S. R.

MINISTÉRIO DA DEFESA NACIONAL
FORÇA AÉREA PORTUGUESA
CENTRO DE FORMAÇÃO MILITAR E TÉCNICA

Curso de Formação de Praças – RC

COMPÊNDIO

PRÁTICAS GERAIS DE MANUTENÇÃO

EPR: TEN José Vareta

CCF 332-7
Junho 2008

S. R.

MINISTÉRIO DA DEFESA NACIONAL
FORÇA AÉREA PORTUGUESA
CENTRO DE FORMAÇÃO MILITAR E TÉCNICA

CARTA DE PROMULGAÇÃO

Junho 2008

1. O Compêndio de "Práticas Gerais de Manutenção" é uma Publicação "NÃO CLASSIFICADA".

2. Esta publicação entra em vigor logo que recebida.

3. É permitido copiar ou fazer extractos desta publicação sem autorização da entidade promulgadora.

O COMANDANTE

Vítor Manuel Alves Francisco

COR/PILAV

Cursos:	Curso de Formação de Praças – RC
Nome do Compêndio:	Práticas Gerais de Manutenção
Disciplina:	Práticas Gerais de Manutenção
Data de elaboração:	Junho 2008
Elaborado Por:	TEN/ TMMA José Vareta
Verificado Por:	Gabinete da Qualidade da Formação
Comando G. Formação:	TCOR/ ENGAER Lourenço Saúde
Director de Área:	MAJ/ TMMEL Abílio Carmo
Director de Curso:	CAP/ TMMA António Fernandes
Formadores:	CAP/ TMMA António Vicente TEN/ TMMA José Vareta SAJU/ MMA José Gomes 2SAR/ MMA Hélder Faria

ATENÇÃO:

Esta publicação destina-se a apoiar os formandos a frequentarem os Cursos de Formação de Praças na disciplina de Práticas Gerais de Manutenção.

Não pretendendo ser uma publicação exaustiva do curso em questão, apresenta-se como uma ferramenta de consulta quer durante a duração do curso, quer após a sua conclusão.

ÍNDICE

SEGURANÇA

PRECAUÇÕES DE SEGURANÇA

O termo prevenção aplica-se ao conjunto de medidas tendente a limitar a problemática de o acidente ocorrer.

As precauções de segurança estão associadas à utilização de ferramentas manuais, mecânicas e equipamentos no:

- Local de trabalho;
- Junto à aeronave.

Local de Trabalho

Normalmente, é considerado local de trabalho o hangar ou a oficina. O mecânico de aeronaves deve possuir um perfeito conhecimento da operação de manutenção que vai executar, de que forma a proceder com a máxima eficiência e segurança.

Junto à Aeronave

Quando um mecânico se encontrar próximo de uma aeronave deve ter em consideração algumas regras fundamentais, tais como:

- ⇨ Não efectuar lume ou fogo;
- ⇨ Verificar a existência de extintores adequados, o seu fácil acesso e utilização;
- ⇨ Não permitir a existência de qualquer DOE;
- ⇨ Óleos e combustíveis quando derramados, devem ser rapidamente limpos;
- ⇨ Reduzir ao imprescindível, o número de actividades que envolvam o movimento de escadotes, plataformas, atrelados a fim de evitar danos na aeronave.

PRÁTICA DE TRABALHO EM SEGURANÇA

A análise de riscos constitui a primeira abordagem de um problema na segurança do trabalho. Esta actividade tem um risco incrementado quando associado a trabalhos relacionados com:

- Energia Eléctrica;
- Gases;
- Óleos e produtos químicos.

ENERGIA ELÉCTRICA

A crescente utilização das energias eléctrica e electromagnética em todos os domínios da vida actual, torna cada vez mais necessária uma orientação dirigida aos utilizadores da electricidade e da radiação electromagnética, no sentido de se familiarizarem com os meios técnicos de protecção contra os riscos inerentes a essas energias.

Os choques eléctricos estão sempre a acontecer, como tal para os evitar devemos ter:

- Protecções contra contactos directos e indirectos;
- Instalação de diferenciais de protecção.

Nas operações de combate a incêndios em instalações eléctricas, devemos solicitar o corte da tensão à EDP, utilizar um agente extintor adequado e manter entre o difusor e as partes activas da instalação um afastamento mínimo de:

- Instalações BT 0,5 m;
- Instalações AT U ≤ 20 kV 1,0 m;
- Instalações 20 kV $<$ U ≤ 50 kV 2,0 m;
- Instalações 50 kV $<$ U ≤ 250 kV 3,0 m;
- Instalações U$>$ 250 kV 4,0 m.

Os danos mais frequentes provocados pela corrente eléctrica são:

- Tetanização;
- Paragem respiratória;
- Fibrilação ventricular;
- Queimaduras.

Os efeitos da passagem da corrente eléctrica no corpo humano dependem:

»»» Intensidade;

»»» Trajecto;

»»» Tempo de exposição.

No contacto com material eléctrico, devemos: (5)

- ⇨ Desligar a corrente eléctrica (**figura 2**);
- ⇨ Não utilizar os equipamentos eléctricos que apresentem defeitos reconhecíveis pelo utilizador, até que sejam vistos por um especialista;
- ⇨ Em caso de aquecimento anormal ou avaria desligar o equipamento;
- ⇨ Não utilizar os equipamentos eléctricos com mãos húmidas ou molhadas (**figura 1**);
- ⇨ Evitar limpar com líquidos qualquer equipamento conectado à corrente eléctrica;
- ⇨ Evitar salpicos sobre os equipamentos conectados à corrente eléctrica.

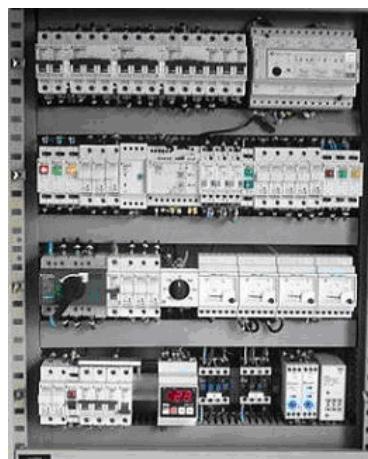
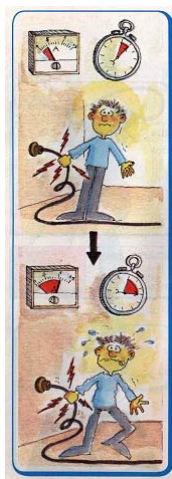



Fig. 1: Choque eléctrico. **Fig. 2: Quadro eléctrico.**

GASES

Os gases classificam-se habitualmente em dois grupos: inflamáveis e não inflamáveis. Entre estes últimos há os que intervêm como comburentes e por isso, apresentam riscos sob o ponto de vista de incêndio. Os restantes gases não inflamáveis denominam-se inertes e podem ser utilizados para evitar ou extinguir incêndios.

Os gases inflamáveis são geralmente definidos como substâncias, que no estado gasoso à temperatura ambiente e à pressão atmosférica normal, sofrem combustão do ar. O aumento de concentração de oxigénio

faz aumentar a intensidade de combustão e mesmo certos gases não infamáveis nas condições ordinárias sofrem combustão no oxigénio. Como exemplo de gases inflamáveis podemos citar:

- ⇨ O hidrogénio, o acetileno, o monóxido de carbono, etc.

No contacto com Gases: (3)

- ➢ Utilizar os Equipamentos Protecção Individual;
- ➢ Evitar trabalhos com qualquer equipamento eléctrico próximo;
- ➢ Ficha de Segurança.

Precauções em caso de Fuga ou Incêndio:

- ⇨ Não provocar faíscas;
- ⇨ Não Fumar;
- ⇨ Fechar as válvulas das garrafas e sistema;
- ⇨ Arejar e ventilar a área de forma repor o nível de oxigénio adequado a uma respiração normal.

ÓLEOS E PRODUTOS QUÍMICOS

Os óleos, solventes e outros produtos de manutenção pelas suas características específicas, devem ser tratados como substâncias voláteis combustíveis e tóxicas, devendo ser armazenados em locais específicos.

O seu manuseamento e utilização requerem normalmente formação por parte dos vários intervenientes.

Durante o contacto de óleos e produtos químicos, devemos respeitar algumas regras básicas, tais como:

- ⇨ Quando exista risco de contacto com tintas:
  - o Utilizar luvas;
  - o Evitar a respiração de vapores nocivos;
- ⇨ Exigir ao fabricante as fichas de dados de segurança dos produtos;
- ⇨ Não realizar misturas de produtos que no estejam expressamente indicadas pelo fabricante;
- ⇨ Armazenar os produtos químicos perigosos (incluindo os de limpeza) em lugares adequados, em recipientes fechados e correctamente etiquetados.

DOE´S/FOD

Dano por Objecto Estranho

Trata-se de uma substância ou artigo de pequena dimensão alheio a uma aeronave, motor, equipamento de apoio em terra, seus sistemas e componentes, que ao alojarem-se no seu interior podem afectar-lhe o funcionamento ou provocar-lhe deterioração.

Os DOE´D são habitualmente divididos em quatro classes:

- Metálicos;
- Pedras;
- Pó;
- Diversos.

Metálicos

Podem ser:

- ⇨ Ligações metálicas;
- ⇨ Ferramentas;
- ⇨ Detritos;
- ⇨ Material não relacionado com as tarefas de trabalho.

Fig. 3: DOE metálico.

Pedras

Normalmente:

- ⇨ Pedras naturais.

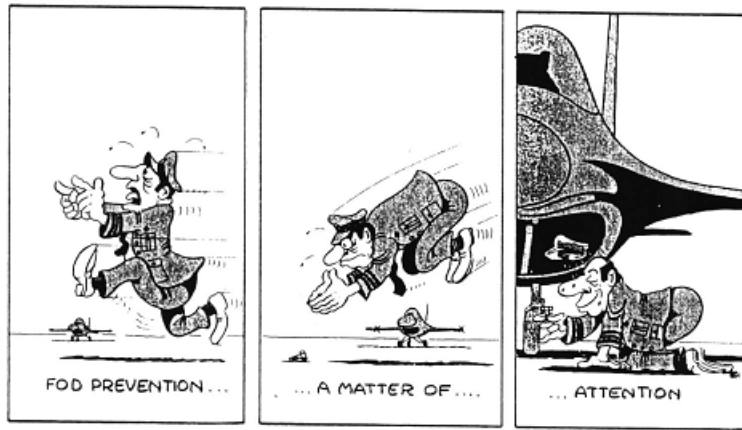



Fig. 4: DOE pedra.

Pó

Normalmente:

- ⇨ Pó ambiente.

Fig. 5: DOE pó.

Diversos

Normalmente:

- ⇨ Madeira;
- ⇨ Material Orgânico:
    - o Animal;
    - o Vegetal.

Os objectos mais procurados são:

»» Luvas, chaves, lapiseiras, moedas, parafusos e pedras.

Medidas Preventivas

As medidas preventivas mais usuais são:

- ⇨ Não utilizar objectos de uso pessoal, tais como:
    - o Anéis, pulseiras, relógios, etc;
- ⇨ Utilizar recipientes próprios para a recolha de Doe's;
- ⇨ Manter o local de trabalho em perfeito estado de limpeza;
- ⇨ Conferencia de todo o material necessário à instalação dos componentes (ferramentas), antes e depois de a executar;
- ⇨ Todas as tubagens devem ser obturadas com tampões apropriados;
- ⇨ Apanhar de imediato tudo o que deixar cair ou o que detectar no chão.

Fig. 6: DOE´S.

Situações a Evitar por parte de pessoal a Voo e na Manutenção:

- ⇨ Nunca colocar ferramenta no interior (esquecimento);
- ⇨ Nunca colocar ferramenta dentro dos bolsos;
- ⇨ Nunca colocar ferramenta dentro dos tabuleiros;
- ⇨ Não colocar ferramenta no chão;
- ⇨ Não usar fios pulseiras, anéis ou relógio;
- ⇨ Objectos soltos nos bolsos durante as acções de manutenção, exemplos:
    - o Porta-chaves;
    - o Moedas.

COMBATE A INCÊNDIOS

MEDIDAS

O termo Prevenção aplica-se ao conjunto de medidas tendente a limitar a probabilidade de que o incêndio se inicie.

A protecção consiste na adopção de medidas tendentes a minimizar as consequências do incêndio.

Os procedimentos a adoptar no combate a incêndios são:

- Prevenção;
- Alerta;
- Combater.

Prevenção

A prevenção pode ser feita de várias formas. A identificação dos vários riscos é a mais simples e mais eficaz, permitindo rapidamente verificar:

- ⇨ Sinalização;
- ⇨ Validade dos extintores;
- ⇨ Planta de Emergência.

Alerta

O alerta dever ser dado de forma simples e clara, através:

- ⇨ Sinalização de emergência;
- ⇨ Secção Incêndios;
- ⇨ CCD.

Combater

Durante o combate a um incêndio devemos ter em consideração alguns aspectos importantes, tais como:

- ⇨ Não entrar em Pânico;
- ⇨ Avaliar a Situação;
- ⇨ Dirigir ao Extintor:
    - o Seleccionando o adequado.

Fig. 7: Selecção de extintor.

Os agentes extintores de incêndio normalmente utilizam:

- ⇨ Água;
- ⇨ Espuma;
- ⇨ Anidrido Carbono;
- ⇨ Pó Químico;
- ⇨ Halon*.

As Classes de Fogo são:

- ⇨ A;
- ⇨ B;
- ⇨ C;
- ⇨ D.

SINAIS SONOROS

Aviso e Alerta: (5)

- ⇨ Teste do Sistema:
    - o 1 Toque Curto de 3 Segundos;

- ⇨ Acidente na Unidade:
    - o 1 Toque de 15 Segundos;

- ⇨ Acidente Fora da Unidade:
    - o 2 Toques de 10 Segundos com Intervalo de 5 Segundos;

- ⇨ Incêndio na Unidade:
    - o 3 Toques de 15 Segundos com Intervalo de 5 Segundos;

- ⇨ Mobilização:
    - o 1 Toque Longo de 30 Segundos.

PRÁTICAS GERAIS DE OFICINA

A Manutenção pode definir-se sob o ponto de vista industrial, de duas formas:

- ⇨ Conjunto de operações de conservação e assistência a instalações, máquinas e aparelhos de modo a garantir a sua funcionalidade;
- ⇨ Movimentação ou deslocamento voluntário de cargas, compreendendo as operações fundamentais de elevação, transporte e descarga.

A manutenção aeronáutica implica um conjunto de operações às quais se subentendem riscos operacionais.

Os construtores e oficinas do sector aeronáutico estão a adoptar programas, que incluem a segurança como componente integral de todo um processo fiável de construção e manutenção.

FERRAMENTAS E MATERIAIS

CONTROLO DE FERRAMENTAS

Métodos Práticos

É obrigatória a identificação de forma correcta de cada ferramenta ou equipamento e o seu registo histórico, relativamente à sua:

- ⇨ Origem, localização, utilização e planeamento de manutenção.

A compra de qualquer ferramenta ou equipamento destinados a uma acção de manutenção necessita da abertura de um processo de aquisição, onde serão mencionadas todas as condições de recepção.

A contagem da ferramenta é uma das maiores regras de Segurança. O controlo das ferramentas de uma manutenção é um processo simples e de certa forma rápido, se forem tomadas em consideração algumas regras básicas.

Assim, um mecânico de aeronaves ao utilizar uma ferramenta ou equipamento deve obedecer ás seguintes regras:

- ⇨ Nunca utilizar determinada ferramenta ou máquina sem previamente ter recebido as necessárias explicações sobre o seu modo de emprego, a sua conservação, a sua utilidade e quanto aos perigos que resultam da sua normal utilização;
- ⇨ Conhecer todo o equipamento da oficina para lhe podermos retirar o máximo rendimento;
- ⇨ Possuirmos um completo conhecimento da peça a trabalhar, material, dimensões e precisão. A selecção correcta das ferramentas a serem usadas, é um factor importante na qualidade e no tempo gasto na execução do trabalho;

- ⇨ Conhecer com exactidão as condições de trabalho. Uma ferramenta mal utilizada ou usada no sítio não indicado pode ficar destruída;
- ⇨ Arrumar sempre a ferramenta após a sua utilização, tendo locais próprios para a colocar;
- ⇨ Limpar sempre a ferramenta após a sua utilização e, se houver que a reparar, faze-lo imediatamente, para que não se perca tempo na sua posterior utilização;
- ⇨ Nunca colocar ferramenta nas superfícies da aeronave, no seu interior, nos bolsos, nos tabuleiros ou no chão;
- ⇨ Durante uma acção de manutenção deve utilizar-se o EPI ou EPC adequado.

Novas Tecnologias

Actualmente, a evolução tecnologia permite saber a qualquer momento as ferramentas que faltam na bancada. Esta situação possibilita um conhecimento rápido relativamente às ferramentas que estão a ser utilizadas.

MATERIAIS DE OFICINA

CUIDADOS NO MANUSEAMENTO DE FERRAMENTAS

Uma entidade de manutenção de aeronaves é obrigada a ter um procedimento específico para

- ⇨ Conservação, acondicionamento e manutenção das suas ferramentas e equipamentos.

A utilização de uma ferramenta ou equipamento em qualquer acção de manutenção obriga a um conhecimento e controlo de vários requisitos tais como:

- Estado, Origem, Tipo de projecto, Validade;
- Utilização de forma correcta.

UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS E FERRAMENTAS

No caso dos materiais também deve existir um conhecimento prévio, quando à sua identificação e acondicionamento adequado.

Para uma correcta utilização e aplicação dos materiais, deve existir uma selecção adequada da ferramenta ou equipamento ao material, ou seja, obrigatoriamente deverão ser tomados em consideração:

- ⇨ O modo de emprego, conservação, utilidade e perigo.

Se conhecermos as características do material a utilizar (madeira, liga metálica, etc.), podemos obter o

máximo aproveitamento. Ao compreender todas as características do projecto (material, forma e dimensões), permite:

- ⇨ Seleccionar de forma correcta as ferramentas.

Fig. 8: Características do projecto.

DIMENSÕES, FOLGAS E TOLERÂNCIAS

FERRAMENTA

O conhecimento das dimensões, folgas e tolerâncias de uma ferramenta é imprescindível para o trabalho em manutenção aeronáutica. Qualquer mecânico de aeronaves tem que estar familiarizado com características da ferramenta que vai utilizar, isto para que esta seja a mais adequada à operação de manutenção que vai desenvolver.

As dimensões das diversas chaves surgem em milímetros ou polegadas. As folgas devem ser mínimas, mas de modo a permitir um encaixe perfeito entre a chave e o elemento de fixação. As tolerâncias de uma ferramenta variam de acordo com o grau de exigência de cada trabalho. Como tal, quando efectuamos medições ou apertos de grande responsabilidade, as tolerâncias deverão ser menores.

PEÇA

Tolerâncias

Sempre que efectuamos qualquer medição está sempre associado um erro, que pode ser devido à intervenção humana ou ao grau de precisão da ferramenta, aparelho ou equipamento. Como tal, uma dimensão nunca pode ser uma grandeza completamente exacta, devendo encontrar-se num determinado intervalo de valores, ou seja, uma determinada Tolerância.

O tipo de ajustamento pode ser com folga, aperto ou incerto.

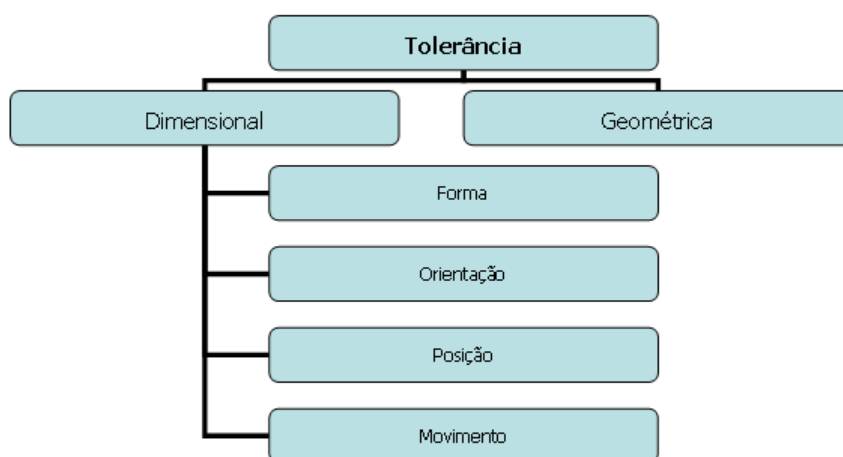



Fig. 9: Tipos de Tolerâncias.

As tolerâncias podem ser de:

- Linearidade de uma Linha;
- Linearidade de uma superfície em 2 direcções;
- Planicidade;
- Forma Circular;
- Forma Cilíndrica;
- Perfil de uma Linha;
- Perfil de uma Superfície;
- Paralelismo;
- Perpendicularidade;
- Posição, Concentricidade, coaxilidade e simetria;
- Movimento.

Símbolo	Medida Singular	Símbolo	Medida Relativa
—	Linearidade (Straightness)	//	Paralelismo (Parallelism)
▱	Planicidade (Flateness)	⊥	Perpendicularidade (Squareness)
⌒	Perfil de Linha (Profile of a line)	↗	Movimento (Runout)
⌓	Perfil de superfície (Profile of surface)	≡	Simetria (Symmetry)
○	Forma Circular (Roundness)	∠	Angular (Angularity)
⌭	Cilíndrica (Cilindricity)	◎	Concentricidade (Concentricity)

Tabela 1: Simbologia.

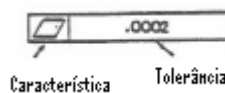



Fig. 10: Exemplo de Tolerância.

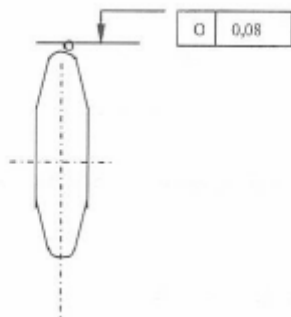
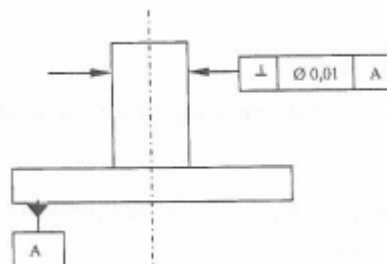



Fig. 11: Forma Circular. **Fig. 12: Perpendicularidade.**

Dimensões, Folgas e Tolerâncias dos vários tipos de peças ou órgãos de máquinas, são objecto de estudo pormenorizado no capítulo de desenho.

CALIBRAÇÃO

A calibração é um dos aspectos mais importantes numa manutenção. Assim, entidades aeronáuticas como FAP, OGMA, TAP, etc., têm os seus programas de inspecção e/ou calibração periódica. Qualquer alteração às ferramentas ou equipamentos devem ser criteriosamente registados.

O laboratório de calibrações é o responsável pela periodicidade e identificação da ferramenta ou equipamento.

Normas de Calibração

A norma de calibração regula e define a metodologia de identificação, tipo de calibração e selos de validação.

Controlo da Validade da Calibração

O controlo da validade de qualquer calibração é responsabilidade do laboratório de calibrações e do utilizador da ferramenta ou equipamento.

PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO

Definição

Para utilizar uma ferramenta de forma adequada, esta deve estar calibrada. Podemos definir calibração como a comparação entre dois objectos, um dos quais previamente calibrado. Só assim, pode ser efectuada a certificação de uma ferramenta ou equipamento.

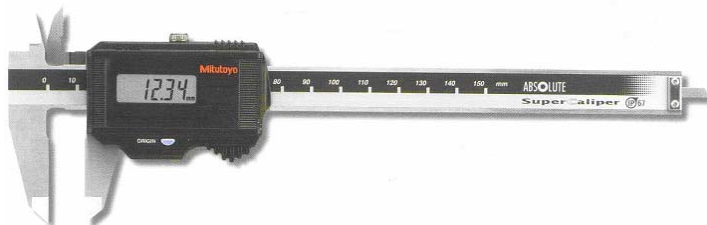



Fig. 13: Paquímetro Digital.

A calibração de uma ferramenta ou equipamento deve ser efectuada quando:

- Verificamos dados incorrectos;
- Periodicamente: tempo ou ciclos;
- Norma normalmente utilizada é a DIN-862.

Para efectuar uma calibração, necessitamos de calibradores e de um procedimento. A calibração só pode ser feita por entidades certificadas para o efeito.

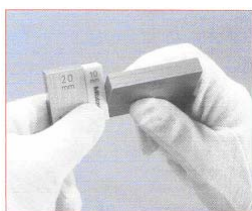



Fig. 14: Calibradores. **Fig. 15: Calibradores certificados.**

Paquímetro Digital

O procedimento de calibração de um paquímetro digital, é composto por:

1- Lista de Revisões;

2- Rastreabilidade;

3- Objectivo e Campo de Aplicação;

4- Execução da Calibração;

5- Incerteza da Calibração;

6- Apresentação de Resultados;

7- Referências.

1- Lista de Revisões

Pode ser feita várias vezes, mas sempre registada.

Rev. Nº	Data	Parágrafo	Pág(s)	Descrição

Tabela 2: Lista de Revisões.

2- Rastreabilidade

Pode ser efectuada por blocos ou anéis padrão.

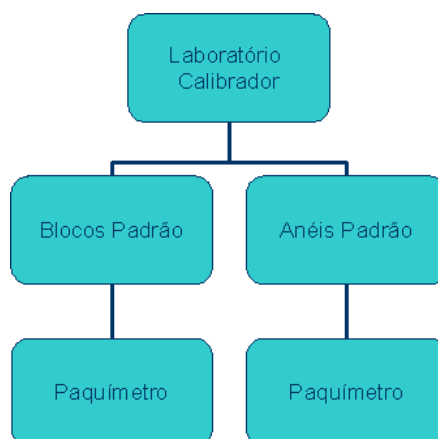



Fig. 16: Rastreabilidade.

3- Objectivo e Campo de Aplicação

Descrever as acções a realizar na calibração de nónios analógicos e de relógio (com resolução até 0.02mm de paquímetros digitais (com resolução 0.01 mm), com alcance de 0 a 300 mm.

4- Execução da Calibração

É composto por:

a) Equipamento Necessário;
b) Condições Ambientais;
c) Verificação do Funcionamento;
d) Faces de medida para medição de Exteriores;
e) Faces de medida para medição de Interiores;
f) Faces de medida para medição de Profundidades.

a) Equipamento Necessário:
- ⇨ Blocos padrão grau 0;
- ⇨ Anel padrão;
- ⇨ Plano de granito;
- ⇨ Régua biselada;
- ⇨ Termo-higrómetro com sonda ambiente e de contacto;
- ⇨ Micrómetro de exteriores;
- ⇨ Registo de calibração – paquímetro (código LMr27a).

b) Condições Ambientais:
- ⇨ Efectuar a calibração com temperatura de 20ºC ± 5ºC e humidade entre 40%Hr e 60%Hr;
- ⇨ Colocar o paquímetro a calibrar e o equipamento necessário para calibração sobre o plano de granito e deixar estabilizar durante 2 horas;
- ⇨ Após este período, verificar a temperatura do equipamento com a sonda de contacto do termo-higrómetro;
- ⇨ Registar a temperatura lida no Registo de Calibração.

c) Verificar o Funcionamento:
- ⇨ Aferir o estado de desgaste e o acabamento das faces de medida e se a corrediça do paquímetro se desloca livremente ao longo do corpo do mesmo.

d) Faces de medida para medição de exteriores:
- ⇨ Ensaio de Planicidade;
  - i) Apoiar a régua biselada sobre uma das faces e medida do paquímetro e incidir uma fonte de luz sobre a superfície em contacto;

ii) Verificar se há ou não uma passagem de algum raio de luz entre a régua e a face de medida do paquímetro;

iii) Repetir as alíneas i) e ii) para a outra face;

iv) Caso se verifique passagem de luz referir esse facto no campo *Nota de Registo de Calibração*.

⇨ Ensaio de Paralelismo;

v) Seleccionar um bloco padrão entre 0 a 25mm, colocá-lo perpendicularmente às faces de medida do paquímetro exercendo uma força de pressão constante, efectuar leituras em três posições igualmente distribuídas ao longo das faces de medida.

⇨ Ensaio de Linearidade.

i) Seleccionar 5 blocos padrão de modo a cobrir toda a gama de medida do paquímetro;

ii) Colocar o bloco padrão ou associação de blocos padrão, perpendicularmente e aproximadamente no centro das faces de medida do paquímetro e efectuar a leitura;

iii) Repetir a alínea ii) no mínimo 3 vezes, registando os valores no *Registo de Calibração*;

iv) Repetir as alíneas ii) e iii) para os restantes blocos padrão ou associações de blocos padrão;

e) Faces de medida para medição de interiores:

⇨ Ensaio de paralelismo;

- Utilizando um micrómetro de exteriores, verificar o desvio do paralelismo das faces de medida com o paquímetro travado. Caso se verifiquem diferenças significativas referir esse facto no campo *Nota do Registo de Calibração.*

⇨ Ensaio de linearidade.

- Seleccionar um anel padrão cuja dimensão esteja dentro da gama de medida do paquímetro;
- Colocar o anel padrão perpendicularmente às faces de medida do paquímetro e efectuar a leitura;
- Repetir a alínea b) no mínimo 3 vezes, registando os valores no *Registo de Calibração*.

f) Faces de medida para medição de Profundidades:

⇨ Ensaio de paralelismo.

- Utilizando um plano de granito para a base, verificar que a lâmina de medição de profundidades está à face da extremidade do paquímetro quando este marca "zero".

- Ensaio de linearidade.
    - Colocar o bloco padrão de 25mm sobre o plano de granito;
    - Efectuar a medição do bloco padrão com as faces de medida para medição de profundidades do paquímetro:
    - Repetir a alínea b) no mínimo 3 vezes, registando os valores no *Registo de Calibração*.

5- Incerteza da Calibração

É composta por:

- Fontes de Incerteza;
- Incerteza de Calibração das faces de medição exteriores;
- Incerteza de Calibração das faces de medição interiores.

6- Apresentação de Resultados

Para elaboração do certificado de calibração devem ser utilizados os dados das zonas a sombreado do Registo de Calibração. No preenchimento deste impresso seguir os seguintes critérios:

- No campo *Incerteza* registara a pior incerteza calculada;
- Todos os limites de erro são apresentados na norma DIN 862;
- O certificado deve ser conclusivo indicando se o paquímetro está ou não dentro da especificação da norma DIN 862 características verificadas.

7- Referências

- Norma DIN 102 – "Reference Temperature of Measuring Tools and Workpieces";
- Norma DIN 861 – "Cauge Blocks – Requiriments, Testing";
- Norma DIN 862 – "Vernier Calipers - Requiriments and Testing".

FERRAMENTAS

TIPOS DE FERRAMENTAS CORRENTES

O termo ferramenta deriva do latim *ferramenta*, plural de *ferramentum*. A Ferramenta é um utensílio ou dispositivo ou mecanismo físico ou intelectual, utilizado por trabalhadores das mais diversas áreas.

Cada tipo de ferramenta deve ser utilizada em função de cada operação de manutenção. Dada a grande variedade de ferramentas utilizadas em aeronáutica, estas podem usar energia eléctrica, pneumática, hidráulica, etc.

Normalmente são considerados 2 grandes grupos de ferramentas:

- Ferramentas Correntes;
- Ferramentas de Medição de Precisão.

USO CORRENTE

As ferramentas de uso corrente são normalmente divididas em 3 grupos:

- Corte;
- Medida;
- Montagem.

Fig. 17: Vários tipos de chaves.

Ferramentas de Corte

Como exemplos de ferramentas de corte:

- Serrotes;
- Escopros, buris e puncetas;
- Limas, tesouras, etc.

Serrotes

Constituição:

- ⇨ Armação;
- ⇨ Punho;
- ⇨ Folhas de serra.

As folhas de serra são fabricadas em aço rápido, molibdénio ou tungsténio, cujas ligas são endurecidas e temperadas.

Número de dentes por polegada:

- ⇨ **14** - Metais muito macios, tais como chumbo e o estanho;
- ⇨ **18** – É a mais utilizada. Aplicação em metais macios como o ferro, aço macio, cobre, alumínio e ligas leves;
- ⇨ **24** – Metais duros e espessos;
- ⇨ **32** – Peças muito finas e chapas.

Fig. 18: Serrote de Metal.

Atenção:

- ⇨ Certificar que os dentes da folha fiquem virados para a frente;
- ⇨ Dar tensão suficiente à folha (regulador).

Escopro

Utilizado para arrancar rebarbas e efectuar cortes em metais.

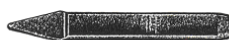



Fig. 19: Escopro. **Fig. 20: Buril Direito.**

Fig. 21: Punção de Bico. **Fig. 22: Punção para Cavilhas.**

Buril

Apresenta o fio de acordo com trabalho a executar:

- São recomendados para a execução de cantos e cortes em forma de "V";
- Utilizar sempre óculos de protecção:
  - Quando utilizar estas ferramentas;
  - Nunca utilizar com a cabeça por rebarbar.

Fig. 23: Buril Direito.

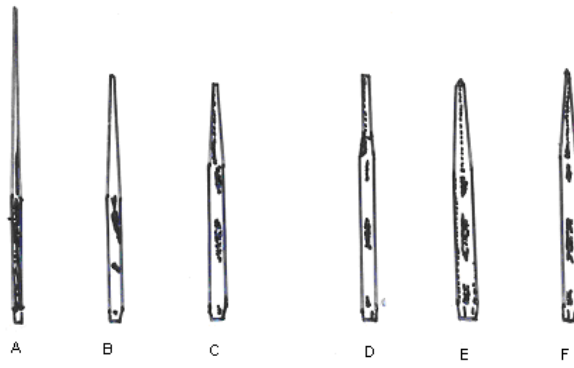
Fig. 24: Buril Meia Cana.

Fig. 25: Buril Meia Quadrado.

Escopros, Buris e Puncetas

São ferramentas de corte por acção de pancada consoante o fim a que se destinam e o seu tamanho. São fabricadas em aço temperado.

Constituição:

- Cabeça;
- Corpo;
- Gume.

Legenda:

A e B -> Punção de Alinhar;

C -> Punção de Arrombar;

D -> Punção de Guia;

E -> Punção de Bico;

F -> Punção de Riscar;

Limas

São ferramentas de corte utilizadas na remoção de pequenas quantidades de material. São fabricadas em aço especial temperado e rico em carbono, tornando-se muito duro, pelo que não devem ser sujeitas a pancadas, pois partem com facilidade.

Constituição:

- ⇨ Cabo;
- ⇨ Corpo;
- ⇨ Espiga.

Quanto à forma da secção, pode ser:

- ⇨ Paralela;
- ⇨ Meia-cana;
- ⇨ Quadrada;
- ⇨ Redonda;
- ⇨ Triangular.

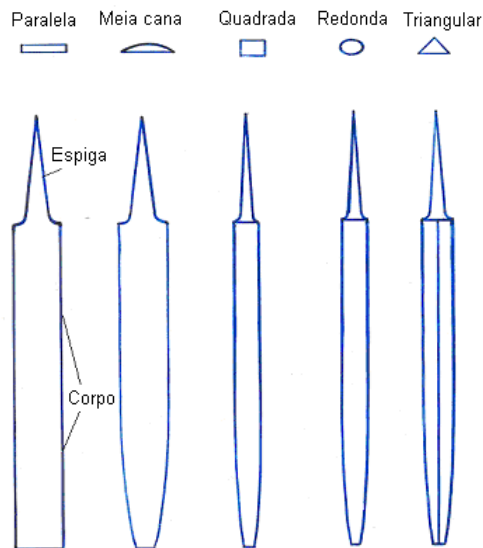



Fig. 26: Limas.

Quanto ao picado, pode ser:

- ⇨ Bastarda;
- ⇨ Bastardinha ou Meia-murca;
- ⇨ Murça;
- ⇨ Grosa.

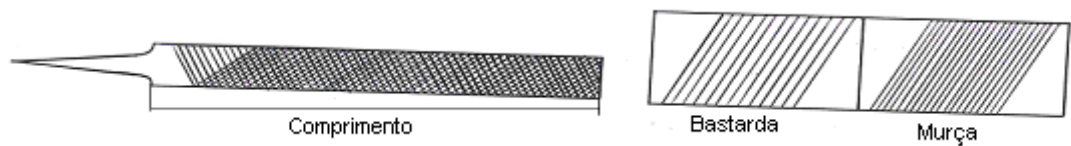



Fig. 27: Limas.

Durante a utilização de uma lima o operador deve ter alguns cuidados, tais como:

- ⇨ Não apertar a peça sem mordentes (A);
- ⇨ Não colocar mão no picado (B);
- ⇨ Não utilizar como martelo (C);
- ⇨ Etc.

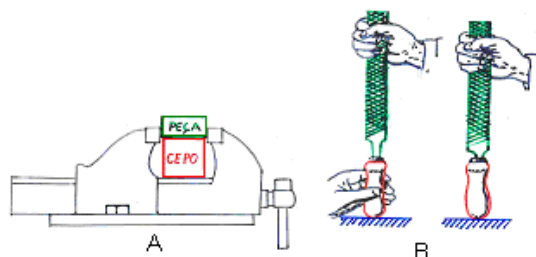



Fig. 28: Perigos na utilização de limas.

Tesouras Manuais

Normalmente utilizadas para cortar chapas metálicas finas e telas.

Ferramentas de Montagem

Tipo de ferramentas de Montagem:

- Chaves de Bocas;
- Chaves de Luneta.
- Chaves de Boca / Luneta.
- Chaves de Caixa.
- Chaves de Fendas /Cruzada
- Chaves Ajustáveis;
- Chaves Sextavadas Interiores.
- Alicates.
- Martelos, Maços, punções, etc.

Unidades de Medida:

⇨ Milímetros (mm);

⇨ Polegadas (");

⇨ 1" = 25,4 mm;

As Polegadas são divididas em fracções de 1/16".

2/16		**4/16**		**6/16**		**8/16**		**10/16**		**12/16**		**14/16**		**1"**
	3/16		5/16		7/16		9/16		11/16		13/16		15/16	
1/8		1/4		3/8		1/2		5/8		3/4		7/8		

Fig. 29: Fracções da Polegada.

As chaves para parafusos e porcas, podem ser:

⇨ Sextavada

⇨ Sextavadas interiores

⇨ Fendas

⇨ Cruzeta

- o Variantes.

Fig. 30: Sextavada Interior. **Fig. 31: Sextavada Exterior.**

Fig. 32: Cruzeta.

Fig. 33: Variantes.

Fig. 34: Vários tipos e formas de chaves.

Chave de Bocas

Existem chaves de bocas de com várias geometrias e dimensões. As unidades de medida surgem em milimétricos e em polegadas.

Fig. 35: Chave de Bocas.

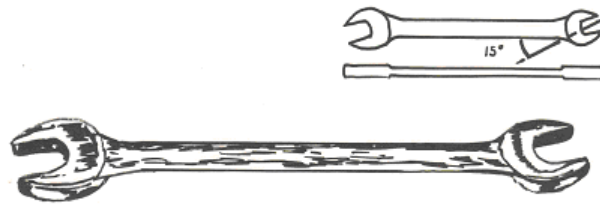



Fig. 36: Chave de Bocas a 15º.

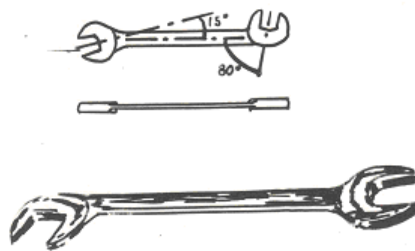



Fig. 37: Chave de Bocas a 15º/80º.

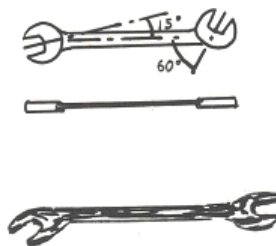



Fig. 38: Chave de Bocas a 15º/60.

A chave de bocas requer uma utilização correcta:

- Firmeza e Movimentação adequada.

Fig. 39: Utilização da Chave de Bocas.

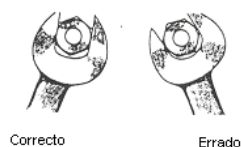



Fig. 40: Utilização da Chave de Bocas.

Vantagens:

- Têm bom acesso lateral (é uma ferramenta aberta);
- Têm aceso em sextavados encostados.

Desvantagens:

- Tendência para arredondar os vértices;
- Agarra mal;
- Utilização morosa.

Chave de Luneta

Existem chaves de luneta de com várias geometrias e dimensões. As unidades de medida surgem em milimétricos e em polegadas.

Fig. 41: Chave de Luneta.

Fig. 42: Chaves de Luneta.

A chave de luneta requer uma utilização correcta:

- **Nunca utilize** uma alavanca para aumentar o braço de uma chave.

Fig. 43: Chaves de Luneta Aberta.

Fig. 44: Chaves de Luneta Aberta.

Esta variante da chave de luneta permite um melhor encaixe na cabeça do parafuso ou porca.

Vantagens:

- Têm bom encaixe;
- É utilizada para desapertar inicialmente porcas e parafusos;
- Suporta grandes esforços.

Desvantagens:

- Utilização morosa;
- Necessita de acesso vertical para encaixar;
- Por ser fechada não tem acesso lateral;
- Não atinge sextavados encostados.

Chave de Boca-Luneta

Tal como as chaves de bocas e luneta, existem chaves Boca-luneta de com várias geometrias e dimensões. As unidades de medida surgem em milimétricos e em polegadas.

Possuem as mesmas características de ambas. A cabeça de cada extremo da chave possui a mesma medida.

Fig. 45: Chaves de Boca-Luneta.

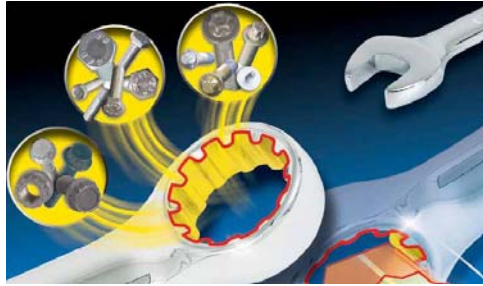



Fig. 46: Chaves de Boca-Luneta.

Chave de Caixa

Existem chaves de caixa de várias dimensões. As unidades de medida surgem em milimétricos e em polegadas.

Medidas quanto ao encaixe:

- ¼”;
- 3/8”; (mais utilizada)
- 1/2”.

Quanto à configuração:

- Compridas;
- Curtas;
- Com cardan.

Braços para chaves de caixa:

- Desandador com cardan;
- Desandador com quadrado móvel;
- Arco de pua;
- Roquete.

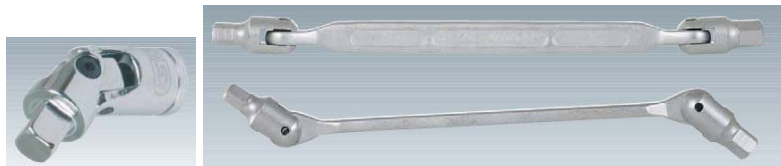



Fig. 47: Cardans.

Fig. 48: Braço de força.

Fig. 49: Roquete com inversão do sentido.

Fig. 50: Chaves de Boca-Luneta (roquete).

Vantagens:

- ⇨ Têm bom encaixe;
- ⇨ Execução rápida.

Desvantagens:

- ⇨ Necessita de acesso vertical;
- ⇨ Em certos casos não atingem em profundidade;
- ⇨ É um sistema que tem folgas;
- ⇨ Necessita de acessórios, braços para ser utilizada.

Ferramentas de Medida

Este tipo de ferramenta é de grande importância, e a sua precisão deve ser maior à medida que a exigência da operação de manutenção assim o exige.

Neste tipo de ferramentas existem 2 grandes grupos de ferramentas de medida de:

- Uso corrente;
- Precisão.

Uso Corrente

É um tipo de ferramenta de uso geral, como exemplo temos:

- ⇨ Fita métrica;
- ⇨ Comparadores;
- ⇨ Etc.

Fig. 51: Fita Métrica.

Precisão

É um tipo de ferramenta de uso específico e associada a rigor nas medidas registadas, como exemplo temos:

- ⇨ Régua métrica;
- ⇨ Paquímetro;
- ⇨ Micrómetro;
- ⇨ Nanómetro;
- ⇨ Etc.

Fig. 52: Régua Métrica.

Fig. 53: Ferramentas de Medição.

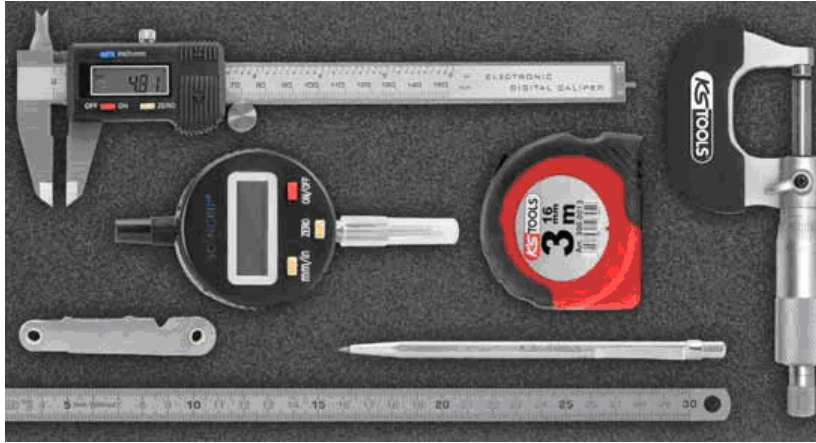



Fig. 54: Estojo – Ferramentas de Medição.

FERRAMENTAS DE MEDIÇÃO DE "PRECISÃO"

ERROS DE MEDIÇÃO

Precisão é o normalmente o termo utilizado na manutenção, mas o mais correcto é a designação de exactidão das ferramentas ou equipamentos.

Ao executar uma medição, por mais exacto que seja o equipamento ou ferramenta existe sempre um erro associado, que pode ser diminuído eliminando 4 erros:

- ⇨ Erros de Paralaxe:
    - o Olhar sempre perpendicularmente para o ponto a medir;
- ⇨ Erros Manuais:
    - o Não haver deslocamentos dos aparelhos de medida durante uma medição;
- ⇨ Correcta utilização da Régua de Medição:
    - o Desgaste dos bordos da régua;
- ⇨ Repetir a Medição:
    - o Para garantir a precisão.

Os erros resultantes de uma medição podem ser devidos:

- ⇨ Factor humano;
- ⇨ Ferramenta ou Equipamento.

Erro Absoluto (e):

Representa a diferença entre o valor medido e o valor real, e exprime-se na unidade do valor medido.

Erro Relativo (ε):

Representa a relação entre o erro absoluto e o valor exacto, e exprime-se em percentagem.

Exemplo Prático:

Valor Real = 20,015 mm;

Valor Medido = 20,020 mm;

Erro Absoluto = 20,020 – 20,015 = 0.005 mm

e > 0, erro por excesso; se < 0 era erro por defeito

Erro Relativo = 0.005/ 20,015 = 0,025%

EQUIPAMENTOS DE "PRECISÃO"

Nónio

O nónio é uma escala de dimensões reduzidas com a finalidade de aumentar o grau de exactidão aos aparelhos de medida.

Esta ferramenta tem como finalidade avaliar com maior precisão fracções da menor divisão da escala principal. Trata-se de um dispositivo móvel, que pode deslizar ao longo de outra escala.

Os nónios podem surgir graduados no sistema métrico ou no sistema inglês. Alguns instrumentos de medida possuem em simultâneo os 2 sistemas.

Sistema Métrico

- ⇨ Nónio Decimal:
    - o Natureza do Nónio: N = 1mm/10Div = 0,1mm;

- ⇨ Nónio Vigesimal:
    - o Natureza do Nónio: N = 1mm/20Div = 0,05mm;

- ⇨ Nónio Quiquagesimal:
    - o Natureza do Nónio: N = 1mm/50Div = 0,02mm;

Sistema Inglês

- ⇨ Nónio em Fracções:
    - o Polegada dividida 16 partes iguais: cada divisão vale 1/16;
    - o Associada a uma escala principal, uma escala com nónio de 8 divisões resulta:

      »» N = 1/16 in : 8 = 1/128 in;

    - o Para uma escala com um nónio de 4 divisões resulta:

      »» N = 1/16 in : 4 = 1/64 in.

A classificação em fracções de polegada é sempre: Um múltiplo de 1/16.

- ⇨ Nónio em Milésimas:
    - o A escala principal dividida 40 partes iguais: cada divisão vale 1/140 ou seja:

      »» 0,025 in;

    - o Com uma escala do nónio com 25 divisões, implica uma natureza do nónio de:

      »» N = 1/40 in : 25 = 0,001 in.

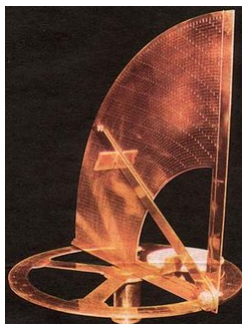



Fig. 55: O Nónio, inventado por Pedro Nunes em 1514.

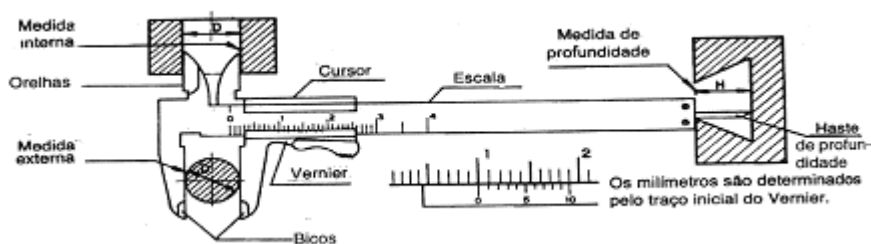



Fig. 56: O Nónio.

Paquímetro

O Paquímetro é um instrumento de medida muito importante na manutenção de aeronaves. Este equipamento permite medir:

- ⇨ Interiores;
- ⇨ Exteriores;
- ⇨ Profundidades.

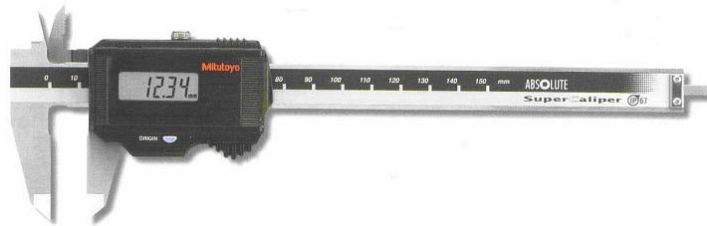



Fig. 57: Paquímetro Digital.

Micrómetro

Existem no mercado Micrómetros que permitem medir exteriores ou profundidades. Trata-se de um equipamento de medição de grande rigor, sendo utilizado normalmente para medir pequenas dimensões, tal como 0,001 milímetros.

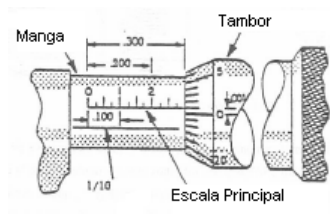
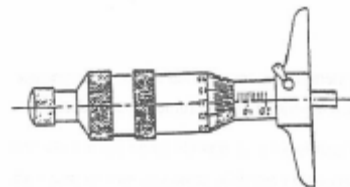



Fig. 58: Micrómetro. **Fig. 59: Micrómetro de Profundidades.**

Fig. 60: Micrómetro Analógico.

Fig. 61: Paquímetro Digital de Profundidades.

Fig. 62: Mecânico. **Fig. 63: Digital.**

Suta

Este tipo de equipamento possibilita realizar medições angulares. Possui um limbo com uma escala circular dividida em graus e um limbo que contém a escala de nónio.

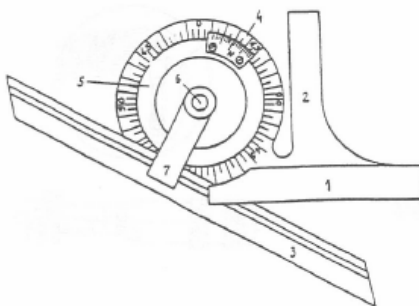



Fig. 64: Suta. **Fig. 65: Suta Circular.**

EQUIPAMENTO E MÉTODOS DE LUBRIFICAÇÃO

LUBRIFICANTES

A lubrificação de equipamentos e ferramentas é uma acção de manutenção obrigatória para a sua conservação, impedindo que se inicie o fenómeno da corrosão.

Quando duas superfícies sólidas deslizam em contacto uma com a outra, ocorre atrito e desgaste. O atrito é a resistência ao movimento durante o deslizamento e normalmente gera calor e perda de potência. O desgaste é a perda ou destruição das superfícies em contacto, reduzindo a vida dos componentes e favorece o aparecimento de ***Vibrações* e *Ruído*.**

A lubrificação é todo e qualquer procedimento que tenha o efeito de reduzir o atrito e o desgaste, ou qualquer substância que quando introduzida entre as superfícies reduz o atrito e o desgaste.

Os campos de utilização da lubrificação são os mais diversos, como exemplos:

- ⇨ Apoios de vários tipos:
  - o Chumaceiras lisas ou com rolamentos, guias, ressaltos, corrediças, etc;
- ⇨ Engrenagens de dentes direitos, helicoidais, sem-fim;
- ⇨ Cilindros e em toda a espécie de motores, bombas ou outras máquinas com êmbolos.

De uma forma geral a Lubrificação permite "eliminar" o atrito, permitindo 4 "melhorias":

- ⇨ Aumento da temperatura;
- ⇨ Desgaste das superfícies;
- ⇨ Corrosão;
- ⇨ Libertação de partículas e consequentemente, formação de impurezas.

Vantagens:

- ⇨ Evita:
  - o O desgaste excessivo;
  - o O sobreaquecimento, ou seja: Redução ao mínimo de *Reparações* e *Paragens*;

- ⇨ Permite:
  - o Trabalho suave e silencioso:
    - »» Evitando movimentos irregulares, reduzindo o Ruído.

Os tipos de lubrificantes utilizados em manutenção, encontram-se em três estados:

- ⇨ Líquidos:
  - o Óleos;
- ⇨ Pastosos:
  - o Massas;
- ⇨ Sólidos:
  - o Grafite;
  - o Parafina.

Os lubrificantes podem ser de Origem:

- ⇨ Orgânica:
  - o Vegetal;
  - o Animal;
- ⇨ Mineral:
  - o Produtos extraídos do petróleo.

Para se obter uma lubrificação correcta, é necessário que o lubrificante seja adequado ao equipamento, aplicado no local correcto e usado na quantidade certa e a intervalos regulares.

As propriedades principais de um lubrificante: (8)

- Poder Adesivo (Aderência);
- Viscosidade (Coesão);
- Ausência de Ácidos;
- Pureza Química;
- Resistência ao Envelhecimento;
- Ponto de Inflamação;
- Ponto de Congelamento Aparente;
- Pureza Mecânica.

Aderência

Para que possa ser arrastado e comprimido no espaço intermediário entre as peças, o lubrificante deve aderir às superfícies deslizantes. Sem aderência ou pouca aderência, um lubrificante não consegue entrar no espaço inter-peças devido à resistência que as peças oferecem à sua entrada, ou seja, o lubrificante liberta-se e ocorre atrito entre as peças.

Viscosidade

É a medida da resistência que oferece ao escorrimento um fluido ou qualquer outro líquido. Os lubrificantes de baixa viscosidade ou finos escorrem rapidamente, porque o seu atrito interno oferece pouca resistência.

A viscosidade é constante e depende estritamente da temperatura. A uma temperatura elevada deve corresponder um lubrificante com menos viscosidade.

A viscosidade é medida em graus Engler e pode ser obtida pelo viscosímetro.

Ausência de Ácidos

Um bom lubrificante deve estar livre de ácidos orgânicos procedentes da mistura de massas vegetais e de massas minerais, que são os resíduos da refinação.

Pureza Química

Um lubrificante deve estar livre de Asfaltos, Resinas e Parafinas.

Resistência ao Envelhecimento

Num bom lubrificante não deve variar sua composição química mesmo depois de uso prolongado, não se oxidar, não ficar resinoso nem espesso e em contacto com água não deve formar emulsão.

Ponto de Inflamação

Corresponde à temperatura em que os vapores de óleo se desprendem numa tal quantidade que formam uma mistura explosiva de ar e vapor de óleo, como exemplos: cilindros de vapor e motores de combustão e compressores.

Ponto de Congelamento

É a temperatura abaixo da qual o lubrificante se torna tão rígido, que é incapaz de fluir por seu próprio peso através de um tubo de 40 mm de diâmetro, por exemplo: quando se opera com máquinas em baixa

temperatura.

Pureza Mecânica

É necessária a ausência de impurezas sólidas que podem danificar as superfícies móveis e provocar o entupimento das condutas de lubrificante. Por isso, lubrificantes velhos devem ser filtrados antes de serem usados novamente.

TÉCNICAS DE LUBRIFICAÇÃO

As técnicas de lubrificação são classificadas em:

- Sistema de Perda Selado;
- Sistema de Perda Total;

Sistema de Perda Total

Neste sistema não há recuperação do lubrificante. A alimentação pode ser contínua ou descontínua. A aplicação do lubrificante é feita por meio de oleadores de gota ou mecânicos etc.

Os dispositivos normalmente usados:

- ⇨ Almotolia;
- ⇨ Copo Lubrificante;
- ⇨ Bomba Lubrificante;
- ⇨ Pistola Lubrificante;
- ⇨ Pincel;
- ⇨ Copo conta gotas;
- ⇨ Lubrificador mecânico;
- ⇨ Outros Tipos;
- ⇨ Centralizada.

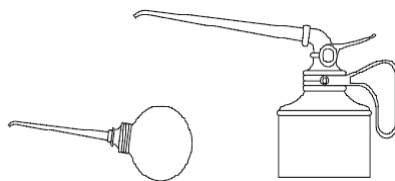



Fig. 66: Almotolia Comum e Tipo Bomba.

Outros dispositivos de Lubrificação

- Lubrificador por Névoa;
- Lubrificador Hidrostático;
- Chumaceiras de Cavidade.

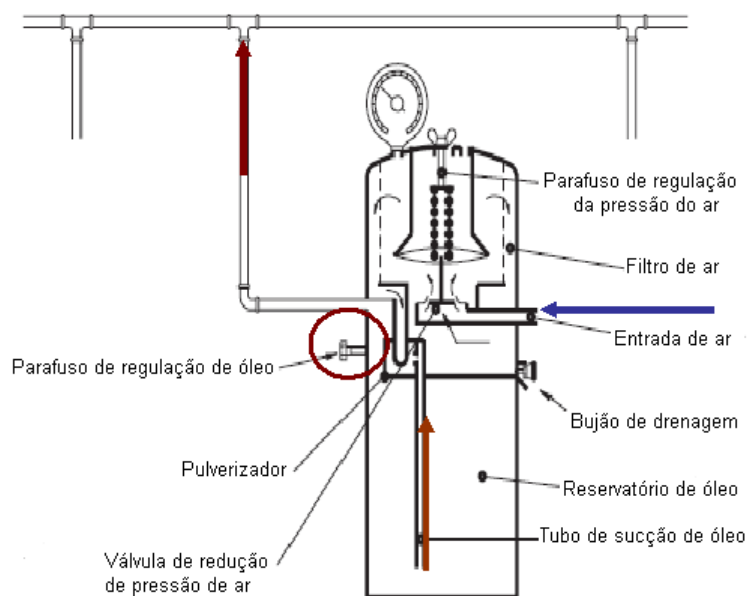



Fig. 67: Lubrificador por Névoa.

Tipo Centralizada

Para massa ou óleo, com a finalidade de lubrificar um elevado número de pontos a partir de um distribuidor central. Este sistema permite racionalizar o consumo. Como exemplo temos um circuito fechado de uma linha montagem.

Os componentes de um sistema de lubrificação variam consoante as necessidades de cada sistema, mas geralmente existem sempre: (6)

- ⇨ Reservatório de lubrificante;
- ⇨ Válvula direccional;
- ⇨ Rede de distribuição;
- ⇨ Doseadores;
- ⇨ Manómetros;
- ⇨ Sinalizadores de defeito.

O Tipo Centralizada pode ser:

- Linha Simples;
- Linha Dupla;
- Progressivo.

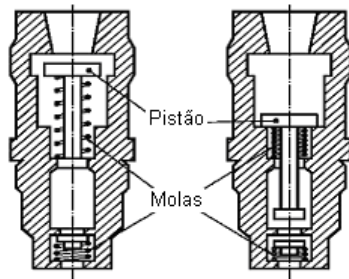



Fig. 68: Linha Dupla (em paralelo).

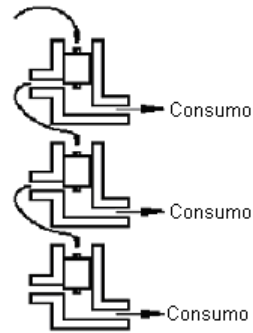



Fig. 69: Progressivo.

Sistema de Perda Selado

Neste sistema o óleo é continuamente reutilizado e protegido do protegido de contacto com o exterior. As perdas são reduzidas ao máximo, por exemplo:

⇨ Sistema de circulação de um motor.

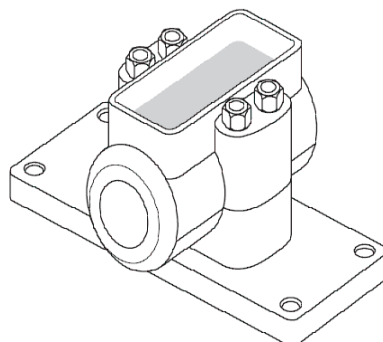



Fig. 70: Sistema de Perda Selado.

TIPOS DE CONTAMINAÇÃO

Os tipos de contaminação dos óleos, normalmente são por:

⇨ Pó e Impurezas;
⇨ Água;
⇨ Fluidos de corte de metais;
⇨ Solventes.

EQUIPAMENTO GERAL DE TESTE ELÉCTRICO

GENERALIDADES

A aferição de uma peça é normalmente recorrendo a uma inspecção visual e dimensional, métodos normalmente suficientes, mas ineficazes quando o tipo de inspecção for por exemplo a verificação de um circuitos eléctrico.

Os equipamentos de teste eléctrico são o género de equipamentos normalmente associados a laboratórios, bancos de ensaio, mas existem equipamentos simples como: ohmímetro, voltímetro ou o amperímetro, que também permitem verificar a continuidade e funcionalidade de um sistema eléctrico.

Chave de Parafusos Busca-Pólos

O busca-pólos permite detectar as altas tensões de uma forma simples mas não totalmente fiáveis. É uma ferramenta muito cómoda, que contém uma pequena lâmpada em néon.

Quando se toca o circuito com o extremo metálico e no final do fio do busca-pólos se coloca um dedo, a lâmpada acende-se na presença de alta tensão (acima de 100 V).

O busca-pólos não efectua uma medição de precisão, mas faz um controlo prévio, como por exemplo, antes de tocar num fio, desligar a corrente. Possibilita ainda detectar derivações como carcaças metálicas, que deveriam estar ligadas à terra, mas não estão.

A lâmpada não indica obrigatoriamente que exista perigo, a corrente pode ser demasiado fraca para causar danos.

Fig. 71: Busca-pólos.

Multímetro

O Multímetro é um instrumento de grande polivalência par quem é profissional ou amador, em electricidade ou electrónica.

Existem dois tipos de multímetro:

- Digital;
- Analógico.

Digital

Com este equipamento de medida digital, obtemos resultados imediatos em números digitais.

Analógico

Neste caso, a medição vai ser realizada através de uma agulha, que se desloca ao longo de uma escala graduada, a qual deverá ser tomada quando a agulha se encontrar na posição de equilíbrio.

Fig. 72: Multímetro – Digital.

EQUIPAMENTO GERAL DE TESTE ELÉCTRICO

ENERGIA ELÉCTRICA

GENERALIDADES

A electricidade obtém-se através da conversão de outras formas de energia, tais como:

- ⇨ Energia mecânica (água que flúi), química (petróleo e derivados), nuclear, solar, etc.

As centrais eléctricas aproveitam a força da água para fazer rodar as turbinas, que é uma evolução das rodas de pás dos antigos moinhos. As centrais termoeléctricas, por exemplo as de gás, produzem vapor à pressão que também faz rodar as turbinas. Utilizando estas duas formas de energia podemos obter novamente energia mecânica.

Os alternadores das centrais eléctricas podem converter dezenas ou centenas de mega Watts com grande eficiência.

Fig. 73: Central eléctrica.

ALTERNADORES E SINCRONIZAÇÃO

Alternadores

Quando se move uma bobina (indutor) sobre um campo magnético, provoca-se uma tensão. Se o movimento for de rotação, a tensão produzida tem a forma de uma sinusóide.

Nos alternadores, o campo magnético fixo não é produto de um íman permanente, mas sim de uma outra bobina de designada "Bobina de excitação". Pode estar na parte fixa (estator) ou mais vulgarmente na móvel (rotor). Se a corrente da bobina for regulada, controla-se o campo magnético, ou seja, a energia produzida.

Sincronização

As centrais eléctricas encontram-se ligadas entre si, como tal, a qualquer momento a tensão produzida deve ser "idêntica", de forma a evitar curto-circuitos.

As sinusóides que são produzidas pelos alternadores devem ter a mesma tensão, tal como a mesma frequência e fase. No momento em que se activa um alternador, antes de ser ligado à rede é necessário sincroniza-lo com a própria rede. Dado que se fecha o contacto, o sincronismo mantém-se automaticamente. Antes de ligar a central à rede, é necessário também colocar o desfasamento a zero: as duas tensões devem estar sobrepostas.

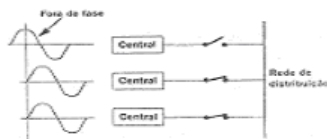



Fig. 74: Ligação da fase.

RISCOS DA ELECTRÓNICA

Normalmente os circuitos electrónicos são de baixa tensão, no entanto, devemos tomar sempre em consideração todas as precauções de segurança mais adequadas, de forma a evitar surpresas desagradáveis e perigosas.

O cuidado com a segurança deve ser sempre o "primeiro passo" a seguir em qualquer acção de manutenção. Uma descarga eléctrica resulta numa corrente que atravessa o corpo ou parte deste. Esta descarga pode ocorrer se verificarem algumas situações, tais com:

- ⇨ Tensões muito elevadas;
- ⇨ Distâncias pequenas entre elevados potenciais;
- ⇨ Condições atmosféricas favoráveis: Humidade elevada, entre outras.

Uma descarga pode levar à contracção muscular, com os perigos dai resultantes, o indivíduo sujeito a esta descarga pode não ser capaz de se separa da fonte da descarga, devido a esta contracção.

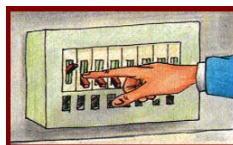



Fig. 75: Desligue o quadro eléctrico.

MULTÍMETRO

O Multímetro "Multitester" é uma ferramenta que permite medir a tensão, a corrente e a resistência eléctrica, além de outras possíveis funções que podem ser de grande utilidade. Existem dois tipos de multímetros:

- Digital (de números);
- Analógico (de agulha).

Fig. 76: Multímetro Digital. **Fig. 77: Multímetro Analógico.**

MEDIR UMA TENSÃO CONTÍNUA

Qual a tensão existente nos extremos de uma pilha?

Procedimento:

- ⇨ Colocar o multímetro (voltímetro) em corrente contínua:
  - o Esta posição consegue-se rodando um selector para a posição "VDC" (Volts de corrente contínua) ou similar;
- ⇨ Escolher o alcance ou fundo da escala (valor máximo que se pode medir):
  - o Para uma pilha pode-se seleccionar 20 V (pois não serão superados estes valores);
- ⇨ Insere-se a ponta de prova (preta) na tomada marcada como:
  - o "Comum", "negativa" ou "terra";
- ⇨ Insere-se a ponta de prova (vermelha) na tomada marcada com "V", "positiva" ou "vermelha";
- ⇨ Encostar a ponta de prova preta ao terminal negativo da pilha e a vermelha ao positivo;
- ⇨ O Multímetro indicará a tensão da pilha com elevada precisão.

Fig. 78: Multímetro – Medir a Tensão.

POLARIDADE

Se a leitura apresentada no display tem sinal negativo (-), os terminais encontram-se invertidos: o vermelho está ligado ao pólo negativo da pilha em vez em vez de tocar no positivo.

O multímetro (voltímetro) mede a diferença de potencial, ou seja, a tensão entre dois pontos. O borne preto considera-se o "ponto zero" em relação ao que está a ser medido.

Fig. 79: Multímetro – Polaridade.

MEDIDAS DE RESISTÊNCIA

Medições

O Multímetro (ohmímetro) serve também pata medir o valor da resistência eléctrica, estas devem ser sempre separadas do circuito.

Procedimento:

Para medir o valor de uma resistência eléctrica:

- ⇨ Selecciona-se o selector para ohms (Ω):
  - o Se não conhecermos aproximadamente o valor da resistência a medir, devemos começar por seleccionar o valor maior da escala e ir-mos diminuindo-o, evitando assim, a deformação do ponteiro (se for o caso).
  - o De seguida, encosta-se as pontas de prova aos terminais da resistência que se deseja medir.

Limites

É necessário ter o cuidado de não tocar comos dedos nos terminais da resistência a medir, uma vez que desta forma estamos a colocar a resistência do corpo em paralelo com a resistência a medir, o que levará à leitura de valores incorrectos.

Medir o valor da resistência de um circuito raramente conduz a resultados verdadeiros. Os componentes inseridos no circuito absorvem a corrente e alterando a medida. Nunca se deve medir a resistência de um circuito sob tensão, ainda que esta seja baixa, dado por certo que se danifica o multímetro.

Com o multímetro pode-se medir sem perigo a própria resistência do corpo. Esta depende muito da humidade da pele.

Continuidade

Procedimento:

Para testar a continuidade de um fio:

- ⇨ Coloca-se o multímetro na capacidade de carga mínima:
  - o Por exemplo 200 Ω;
- ⇨ De forma empírica se marcar menos de 1 Ω:
  - o O fio não está interrompido ou seja, existe continuidade;

Alguns multímetros possuem um avisador sonoro que emitirá um som se existir continuidade. A resistência de contacto das pontas de prova torna difícil medir pequenos valores de resistência (fracção de ohm), como por exemplo detectar um conector mal ajustado. É muito difícil obter zero ohms. Os contactos não são perfeitos. Carregando na pontas de prova de encontro à superfície a elemento a medir, melhoramos o contacto e assim a resistência diminui.

OSCILOSCÓPIO

Generalidades

O osciloscópio é um instrumento de medida de grande aplicação num laboratório de electrónica, uma vez que, além de fornecer os valores, permite também visualizar as várias formas da onda. Este equipamento possui como grande vantagem relativamente a outros equipamentos de medida o facto de permitir visualizar as formas de variação com o tempo, dos sinais que se aplicam nas entradas, além dos seus níveis de tensão.

Fig. 80: Osciloscópio – Digital e Analisador.

CARACTERÍSTICAS

O elemento básico para visualização dos sinais a medir é o tubo de raios catódicos, em que no ecrã se reproduz a sua representação.

Um osciloscópio tem geralmente vários traços (ou canais), cada um deles ligado a uma entrada diferente, de modo a representar um sinal individual.

MEDIÇÃO

O osciloscópio não serve apenas para ver os sinais, mas também para medir as suas características com mais ou menos precisão.

Procedimento:

Para medir uma tensão contínua:

- ⇨ Primeiro tem que se colocar a entrada com a massa (geralmente existe um interruptor especial) e desloca-se verticalmente o traço para o alinhar com uma linha horizontal da grelha;
- ⇨ Reenvia-se depois para a entrada em modo DC (tensão contínua): tocando com a ponta do fio que se quer medir:
    - o Se a tensão for positiva, o traço deslocar-se-á para cima.
- ⇨ A entidade da deslocação, medida na grelha de referência, dá-nos a tensão, se por exemplo:
    - o A entrada for 5 divisões e o traço se deslocar 2 divisões a tensão será de 10 Volts.
- ⇨ A deslocação do traço vertical mede a tensão aplicada à entrada:

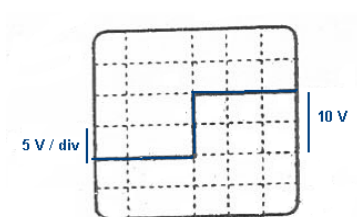



Fig. 81: Traço da medição.

Largura de Banda

Se um osciloscópio atinge os 20 MHz de largura da banda, este facto significa que os sinais a partir desta frequência virão mais ou menos atenuados, tal com podemos verificar na figura seguinte.

Assim, uma onda quadrada de 29 MHz perde os harmónicos e no máximo poderia permanecer a fundamental, ou seja uma sinusóide.

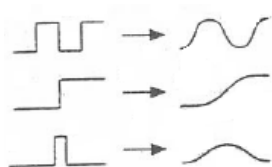



Fig. 82: Onda que perde os harmónicos.

Fig. 83: Osciloscópio com largura de banda 20 MHz.

Sinal e Interferência

Muitas vezes a sonda do osciloscópio capta (por via capacitiva ou indutiva) interferências produzidas por circuitos muito próximos, especialmente se a pinça da massa é ligada longe do ponto no qual é medida.

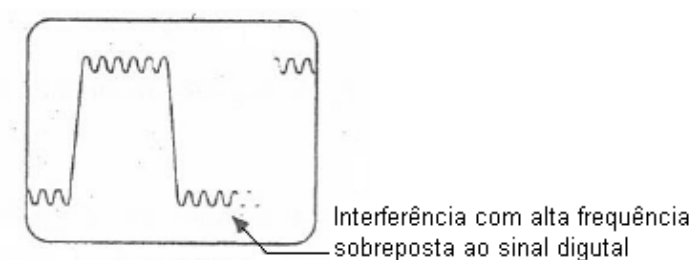



Fig. 84: Sinal digital com interferência.

DESENHO TÉCNICO

TIPOS DE DESENHO E DIAGRAMAS

O Homem teve sempre necessidade de comunicar com o seu semelhante, inicialmente através da linguagem escrita e mais tarde, utilizando uma expressão escrita. As primeiras tentativas da linguagem escrita foram os desenhos esquemáticos, por mais simples e significativos possamos imaginar.

O Desenho Técnico é uma representação de desenho mais rigorosa e é considerado, como uma linguagem e como tal, devem ter uma gramática, uma ortografia e uma caligrafia próprias.

Os desenhos surgem divididos em 2 grupos:

- Desenho Artístico;
- Desenho Técnico.

DESENHO TÉCNICO

O Desenho Artístico possibilita a ampla liberdade de figuração e apreciável subjectividade na representação. Assim sendo, dois artistas ao tratarem do mesmo tema podem transmitir, a quem observa os seus desenhos, emoções ou impressões bem diferentes, tal como o mesmo desenho artístico pode suscitar reacções diversas por parte de quem as observa.

DESENHO TÉCNICO

No Desenho Técnico, esta diversidade na representação e na interpretação já não é admissível, devendo ser o mesmo objecto, num determinado tipo de configuração deve ser representado da mesma maneira.

Independentemente do ramo da técnica em que se utilizam, os Desenhos Técnicos podem classificar-se nos seguintes grupos ou categorias:

- Desenhos de Concepção;
- Desenhos de Definição;
- Desenhos de Execução ou de Fabricação.

Desenhos de Concepção

Exprimem de um modo mais ou menos completo, a forma preconizada para resolver determinado problema, assim podemos distinguir:

- ⇨ Os Esboços;
- ⇨ Os desenhos de Anteprojecto;
- ⇨ Os desenhos de Projecto.

Esboços

Os esboços definem a configuração geral dos elementos desenhados sem pormenorização excessiva e sem grande preocupação de rigor. São geralmente acompanhados por cálculos expeditos, que fornecem informações aproximadas relativas às dimensões daqueles elementos.

Desenhos de Anteprojecto

Este desenho já é elaborado de forma rigorosa e com razoável número de pormenores, pelo menos em relação aos elementos essenciais.

Desenhos de Projecto

Trata-se de desenhos de conjunto já completamente definidos relativamente às características de todos os seus elementos e às relações mútuas entre eles, ou seja, os desenhos de Anteprojecto e os desenhos de Projecto.

Desenhos de Definição

Os desenhos de definição são baseados nos serviços de concepção e execução. Normalmente são desenhos funcionais, que permitem que cada órgão desempenhe a sua função ou desenhos de produto acabado, que definem exigências (dimensões, tolerâncias, acabamentos).

Desenhos de Execução ou de Fabricação

Podem ser de vários tipos:

- ⇨ Esquemas:
    - o Representação simplificada;
- ⇨ Desenhos de Pormenor;
- ⇨ Desenhos de Conjunto.

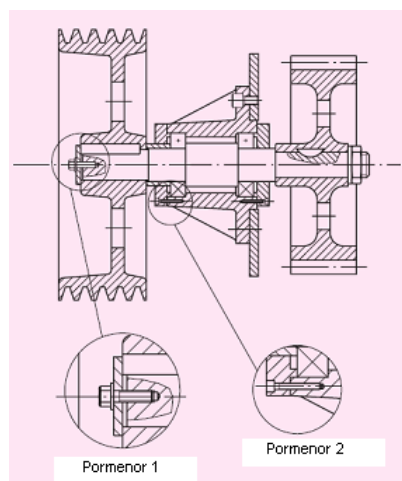



Fig. 85: Desenho de Execução.

DIMENSÕES, SÍMBOLOS, TOLERÂNCIAS, COTAGEM E PROJECÇÕES

DIMENSÕES

Esboço e Formatos – NP-48

O esboço dos alçados é normalmente elaborado à mão livre. São vários formatos com aplicação no desenho técnico. Em casos especiais são utilizados formatos finais alongados que se obtêm a partir de cada um dos formatos da Série A, multiplicando-os por um factor P.

Designação do formato	Formatos finais		Formatos brutos Dimensões (mm)
	Dimensões (mm)	Área (m^2)	
$2A_0$	1189×1682	2,00	1230×1720
A_0	841×1189	1,00	880×1230
A_1	594×841	0,50	625×880
A_2	420×594	0,250	450×625
A_3	297×420	0,1250	330×450
A_4	210×297	0,0625	240×330
A_5	148×210	0,0312	—
A_6	105×148	0,0156	—

Fig. 86: Formatos Série A.

Letras e Algarismos – NP-89

As letras e algarismos usados em desenho técnico devem ter forma e proporções que tornem a leitura fácil. São normalmente desenhadas à mão livre ou com escantilhões, utilizando uma escrita média redonda ou escrita cursiva média.

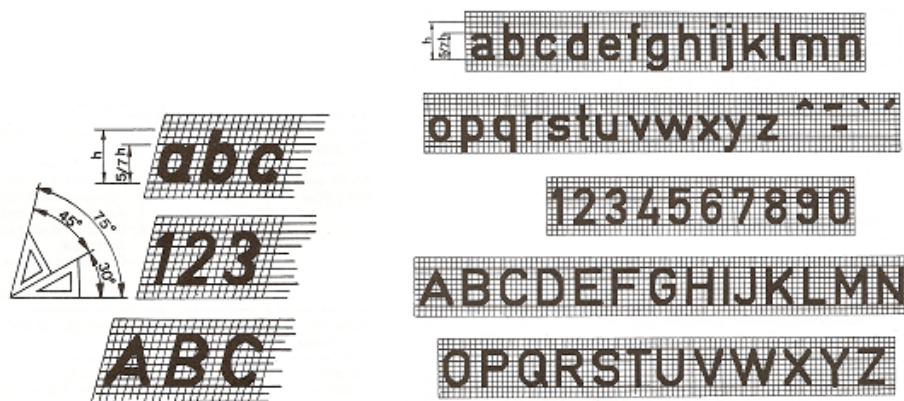



Fig. 87: Letras e Algarismos.

Linhas – NP-62

O tipo de linhas utilizadas deve ser o mais adequado ao tamanho e género do desenho a executar.

Designação dos grupos	1	2	3	4	6	8	10	12
Grosso	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
Médio	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,5	0,6	0,6
Fino	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3

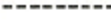
Fig. 88: Tipos de linhas e grupos de traços em mm.

Linha	Designação	Grossura de traço	Utilização
	Linha de traço contínuo grosso	Grosso	1–Arestas e contornos à vista.
	Linha de traço contínuo fino	Fino	1–Linhas acessórias e auxiliares (cota, chamada e de referência). 2–Contornos de secções rebatidas no local. 3–Tracejados de cortes. 4–Representação de fundos de roscas. 5–Contornos de arestas fictícias. 6–Contornos de peças vizinhas desenhadas só a título de indicação.
			1–Limite de vistas ou de cortes parciais, quando este limite não é um eixo.
	Linha de traço interrompido	Médio	1–Contornos e arestas quando encobertos.
	Linha de traço misto fino	Fino	1–Eixos e traços de planos de simetria. 2–Posições extremas de peças móveis. 3–Arestas anteriores ao plano de corte. 4–Circunferências primitivas de rodas dentadas. 5–Contornos que se fizeram rodar em torno de um eixo não contido no plano do próprio contorno.
	Muito fino com grosso	Fino Grosso	1–Marcação de superfícies de corte.
	Misto médio	Médio	1–Indicação de superfícies que devem receber tratamento suplementar.

Fig. 89: Tipos de linhas.

SIMBOLOGIA

As tolerâncias podem ser de:

- Linearidade de uma Linha;
- Linearidade de uma superfície em 2 direcções;
- Planicidade;
- Forma Circular;
- Forma Cilíndrica;
- Perfil de uma Linha;
- Perfil de uma Superfície;
- Paralelismo;
- Perpendicularidade;
- Posição, Concentricidade, coaxilidade e simetria;
- Movimento.

Símbolo	Medida Singular	Símbolo	Medida Relativa
⏤	Linearidade (Straightness)	//	Paralelismo (Parallelism)
▱	Planicidade (Flateness)	⊥	Perpendicularidade (Squareness)
⌒	Perfil de Linha (Profile of a line)	↗	Movimento (Runout)
⌓	Perfil de superfície (Profile of surface)	⌯	Simetria (Symmetry)
○	Forma Circular (Roundness)	∠	Angular (Angularity)
⌭	Cilíndrica (Cilindricity)	◎	Concentricidade (Concentricity)

Tabela 3: Simbologia.

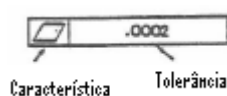



Fig. 90: Exemplo de Tolerância.

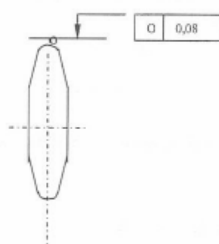
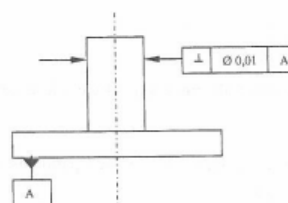



Fig. 91: Forma Circular. **Fig. 92: Perpendicularidade.**

Soldadura

A soldadura é um processo de ligação entre dois ou mais materiais e a sua representação é baseada nas normas NP-416, NP-611, NP-612, DIN-1911 e DIN-1912

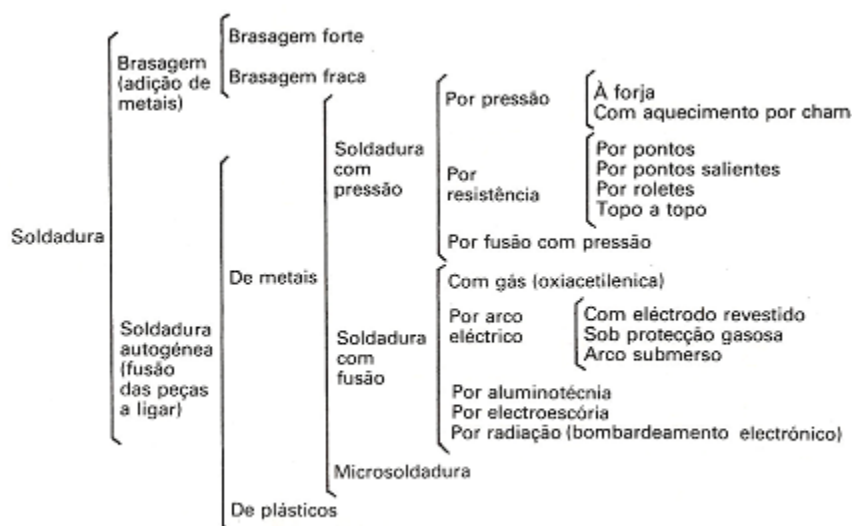



Fig. 93: Tipos de Soldadura.

Soldadura	Designação	Representação Gráfica Secção	Representação Gráfica Vista	Representação Simbólica Secção	Representação Simbólica Vista
Topo a topo	Reforçado				
	Com rebarba				
	Achatado				
Sobreposta	Por costura contínua				
	Por costura descon-tínua				
Sobreposta	Com ressalto (na chapa visível)				
	Com ressaltos (na chapa oculta)				
	Por pontos (1 fiada)				
	Por pontos (2 fiadas em cadeia)				
	P/pontos (2 fiadas zigue zague)				

* De acordo com a Norma DIN-1911

Fig. 94: Designações e Representações de Cordões de Soldadura.

COTAGEM

A cotagem é regulamentada pela NP-297 e consiste na inscrição no desenho das dimensões das grandezas lineares ou angulares, ou ainda de indicações auxiliares.

Existem cotas:

- ⇨ Funcionais (F):
    - o Essenciais à função da peça;
- ⇨ Não funcionais (NF);
- ⇨ Auxiliares (Aux).

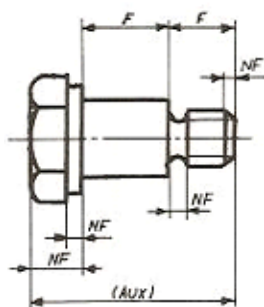



Fig. 95: Tipo de Cotas.

Na cotagem consideram-se os seguintes elementos:

»» Linha de chamada;

»» Linha de cota;

»» Cota;

»» Seta.

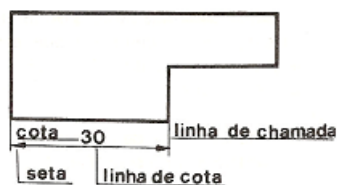



Fig. 96: Elementos de Cotagem.

Conforme se trate de dimensões rectilíneas, comprimentos de arco ou ângulos, a cota é colocada como indica a (**figura 96**). Na cotagem consideram-se ainda os seguintes elementos:

»» Linhas de Chamada;

»» Linhas de referência ou anotação;

»» Setas e pontos.

Fig. 97: Linhas de Chamada, Linhas de Referência, Setas e Pontos.

A representação de peças roscadas está muito simplificada pelas convenções existentes. O tipo de rosca vem assinalado com uma letra antes do diâmetro nominal. Esta representação é regulamentada pelas normas NP-110, NP-131, NP-153, NP-155 e NP-401.

Rosca I.S.O.	M
Rosca Whithorth	(ausência de letra)
Rosca gás	G
Rosca rectangular	R
Rosca trapezoidal	Tr
Rosca de dente de serra	S
Rosca redonda	Rd

M10 — rosca de 10mm de diâmetro e passo grosso
M10x1 — rosca de 10mm de diâmetro e passo fino de 1mm
M6 Esquerda — rosca de 6mm de diâmetro esquerda e passo grosso
M20 (2 ent.) — rosca de 20mm de diâmetro e duas entradas.

Fig. 98: Tipo de Rosca.

I,S.O. métrica	Entre faces	Entre quinas	Altura da cabeça			Fendas		Passo grosso parafuso	Passo grosso porca	Parafuso (comprimento)				Withworth polegadas
d mm	a	A	b	r	a_1	f	e	di	Di	L	L_1	L	L_1	
3	5,5	6,3	2	0,1	5	1	1	2,39	2,46	16 a 30	14			1/8
4	7	8,1	02,9	0,2	7	1,4	1,2	3,14	3,24	16 a 40	16			—
5	8	9,2	3,5		8	1,7	1,5	4,02	4,13	18 a 50	18			3/16
6	10	11,5	4	0,25	10	2		4,77	4,92	20 a 60	20			1/4
8	13	15	5,5	0,4	14	2,7	2	6,47	6,65	25 a 80	22			5/16
10	17	19,6	7		16	3,5		8,16	8,38	30 a 120	26	130 a 150	32	3/8
12	19	21,9	8	0,6	18	4	2,5	9,85	10,11	35 a 120	30	130 a 180	36	7/16
14	22	25,4	9		22			11,55	11,84	40 a 120	34	130 a 200	40	1/2
16	24	27,7	10		24	5	3	13,55	13,84	45 a 120	38	130 a 200	44	5/8
18	27	31,2	12		27			14,93	15,29	50 a 120	42	130 ...	48	—
20	30	34,6	13	0,8	30			16,93	17,29	55 a 120	46	130 ...	52	3/4
22	32	36,9	14		33	6	4	18,93	19,29	60 a 120	50	130 ...	56	7/8
24	36	41,6	15		36			20,32	20,75	65 a 120	54	130 ...	60	—
27	41	47,3	17	1				23,32	23,75	70 a 120	60	130 ...	66	1
30	46	53,1	19					25,71	26,21	75 a 120	66	130 ...	72	1 1/8
33	50	57,7	21					28,71	29,21	80 a 120	72	130 ...	78	1 1/4
36	55	63,3	23					31,09	31,67	90 a 120	78	130 ...	84	—
39	60	69,1	25					34,09	34,67					1 1/2
42	65	75	26					36,48	37,13					—
45	70	80,7	28					39,48	40,13					1 3/4
48	75	86,5	30					41,87	42,59					—
52	80	92,3	32					45,87	46,59					2
56	85	98	35					49,25	50,05					2 1/4
60	90	104	38					53,25	54,05					—
64	95	109,5	40					56,64	57,05					2 1/2
72	105	121	45											

Tabela 4: Representação de Peças Roscadas.

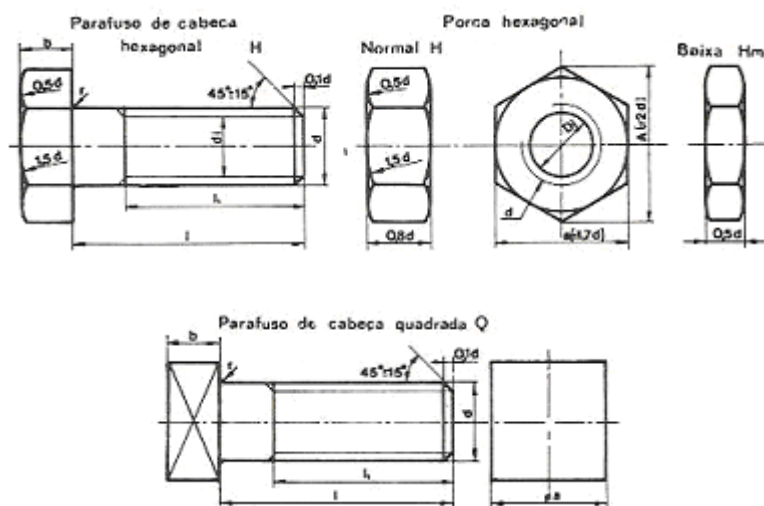



Fig. 99: Representação de Peças Roscadas.

O estado de acabamento da superfície só deve ser expresso quando o fim a que se destina o produto se justificar, e é designada por Rugosidade, sendo regulamentada pela: I-976.

Símbolo de classe de rugosidade	N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1
Microns	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025

Tabela 5: Estado de Acabamento.

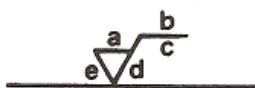



Fig. 100: Representação do Estado de Acabamento.

TOLERÂNCIAS

É impossível fabricar uma peça com as dimensões exactas, por vezes é por vezes necessário estabelecer valores (máximo e mínimo) que permitam o seu funcionamento. À diferença entre estes valores, chama-se Tolerância.

O tipo de ajustamento pode ser com folga, aperto ou incerto.

As tolerâncias são regulamentadas pelas normas NP-189, NP-190, NP-257, NP-258, NP-265 e NP-406.

A NP-406 regulamenta a inscrição de cotas toleranciadas:

- ⇨ Cota nominal acompanhada dos símbolos I.S.O.
- ⇨ Cota nominal acompanhada dos desvios expressos nas mesmas unidades (mm);
- ⇨ Cota nominal com símbolos I.S.O. e desvios respectivos;
- ⇨ Cotas limites;
- ⇨ Grandezas angulares.

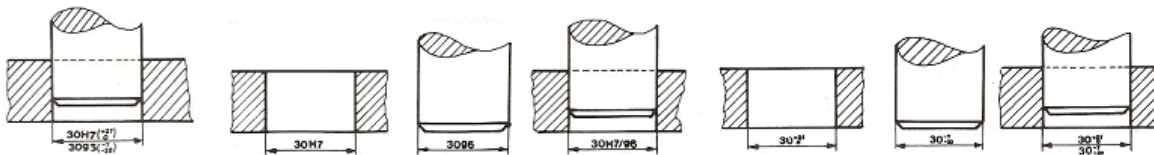



Fig. 101: Representação de Tolerâncias.

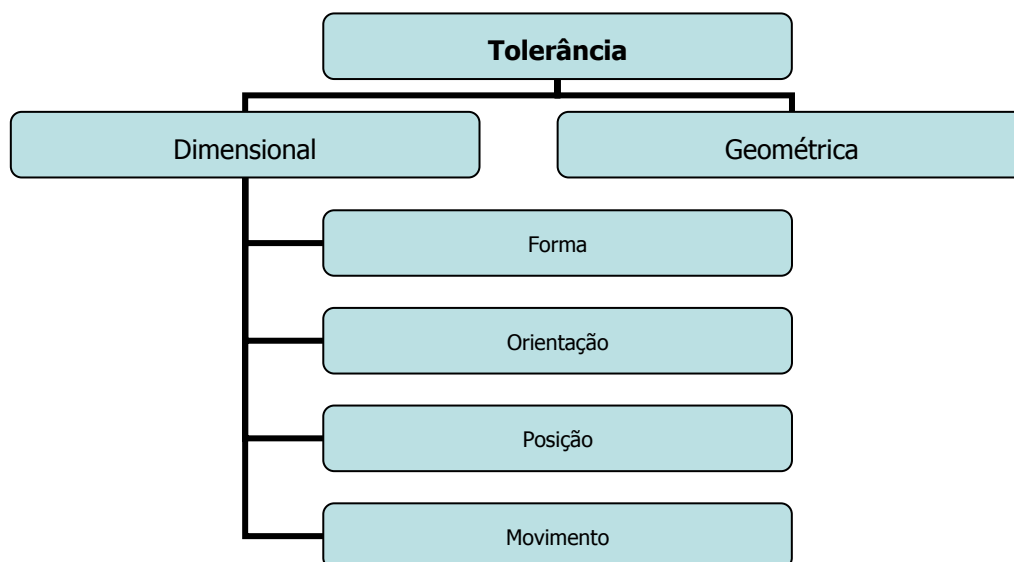



Fig. 102: Tipos de Tolerâncias.

PROJECÇÕES

Métodos de Representação

Nas aulas anteriores já foi dado relevo à tendência crescente que se manifesta internacionalmente para criar regras de representação comuns em Desenho Técnico. Esta procura de unificação ou de normalização tem como objectivo facilitar o intercâmbio técnico, que o desenvolvimento tecnológico e industrial justificam e quase impõe.

Projecções – NP-327

A norma NP-327 estabelece os princípios de representação de um objecto, no desenho, por meio de vistas projectadas.

Se a Projecção A, por exemplo, for escolhida para alçado principal, os outros alçados são designados da seguinte forma:

- B – Planta;
- C – Alçado lateral esquerdo;
- D – Alçado lateral direito;
- E – Vista por baixo;
- F – Alçado posterior ou vista por trás.

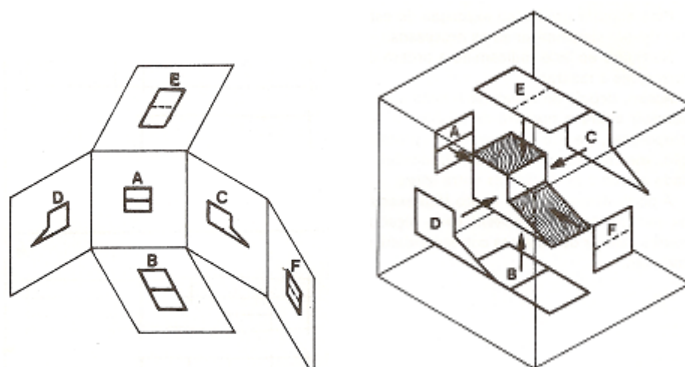



Fig. 103: Representação de Desenho.

No desdobrar do existem 2 métodos:

- Europeu;
- Americano.

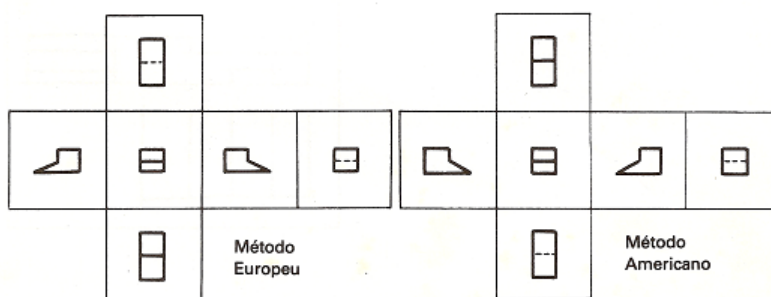



Fig. 104: Métodos.

IDENTIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO DA LEGENDA

CONSTITUIÇÃO DA LEGENDA

As legendas localizam-se, em regra, no canto inferior direito da folha de desenho, dentro da esquadria, e contêm as indicações imprescindíveis à sua boa leitura: Legenda alta simples.

A identificação e legendas são regulamentadas pelas normas NP-204 e NP-205.

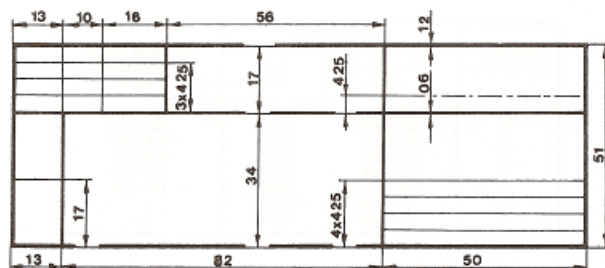



Fig. 105: Legenda Alta Simples.

As indicações são distribuídas pelas zonas, da seguinte forma:

1. Designação ou título
2. Indicações complementares do título
3. Rubricas e datas dos executantes e responsáveis
4. Firma executante
5. Número de registo
6. Símbolos identificadores das sucessivas alterações ou edições
7. Substitui:
8. Substituído por:
9. Escalas adoptadas
10. Especificações de tolerâncias;
11. Campo de aplicação, indicações especiais, etc
12. Anotações posteriores à execução
13. Firma e número de registo do novo proprietário

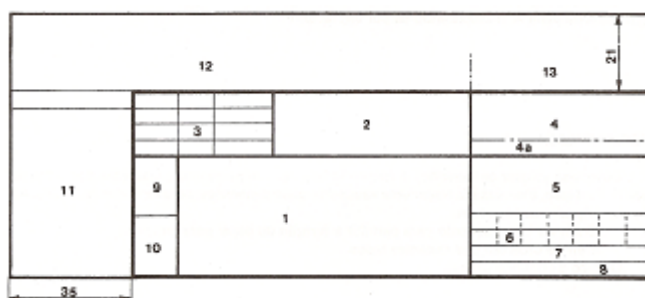



Fig. 106: Identificação da Legenda.

Fig. 107: Posição Horizontal.

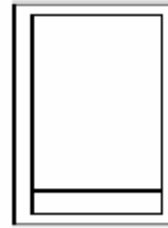



Fig. 108: Posição Horizontal.

Peça	Denominação e observações	Quant	Material e dimensões
5	Cabeça Des.nº 1.5	2	Aço ABNT 1010/20 tref. ø12,7 x 20
4	Manípulo Des.nº 1.4	1	Aço ABNT 1010/20 tref. ø6,35 x 80
3	Parafuso Des.nº 1.3	1	Aço ABNT 1010/20 tref. ø 16 x 70
2	Encosto móvel Des.nº 1.2	1	Aço ABNT 1010/20 # 16 ø25
1	Corpo Des.nº 1.1	1	Aço ABNT 1010/20 ▭ 19 x 63,5 x 66

Fig. 109: Lista de peças.

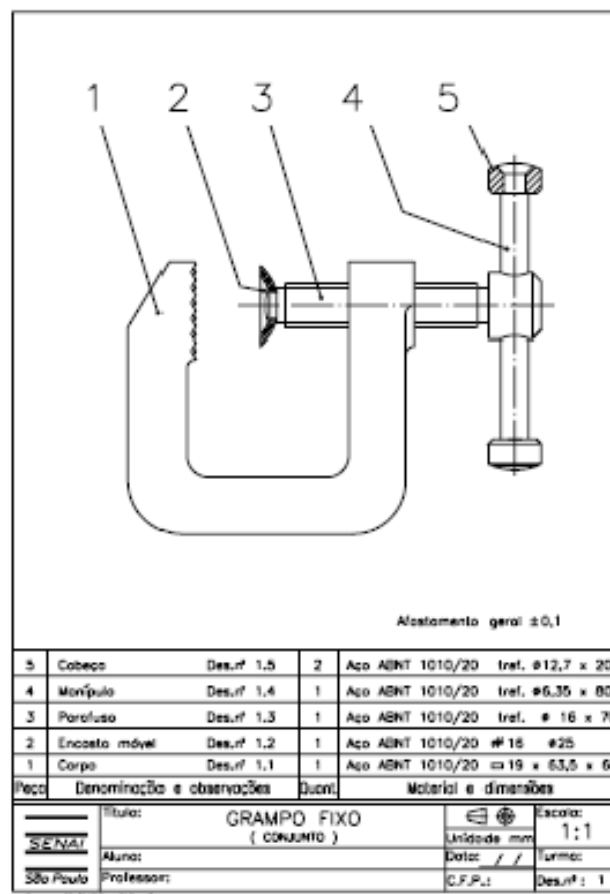



Fig. 110: Grampo – Lista de peças.

DESENHOS E DIAGRAMAS EM SUPORTES INFORMÁTICOS

ARMAZENAGEM

Tendo em consideração o elevado número de componentes em cada órgão, à medida que os projectos se tornam mais complexos, foi necessário guardar essa informação em microfilme ou micro fichas.

A informação relacionada com os equipamentos, órgãos e esquemas deve ser "armazenada" através métodos seguros e práticos. O formato de papel e o digital são os mais frequentes e dependo do grau de importância do projecto deve ser objecto de cópias de segurança.

DESENHOS AERONÁUTICOS

O Desenho Aeronáutico tem como função descrever um objecto através de linhas e símbolos, utilizando para o efeito uma linguagem abreviada específica da indústria aeroespacial. Para "ler" um desenho é necessário saber interpretar:

- ⇨ Abreviaturas;
- ⇨ Linhas;
- ⇨ Símbolos;
- ⇨ Medidas;
- ⇨ Notas e outra informação.

O Desenho Aeronáutico tem, como objectivo criar condições para:

- ⇨ Fabricar;
- ⇨ Montar os conjuntos;
- ⇨ Instalar;
- ⇨ Inspeccionar;
- ⇨ Reparar:
    - o Peças, unidades e conjuntos mecânicos.

Por outras palavras, os desenhos são ferramentas essenciais na manufactura de aeronaves e outras máquinas e transmitem a quem constrói, inspecciona, opera e efectua a manutenção as instruções necessárias para:

- ⇨ Escolher os materiais, fabricar os componentes, montar os conjuntos/peças e dar os acabamentos superficiais.

Em aeronáutica, os desenhos surgem representados como:

1- Desenhos de Produção ou Trabalho;

2- Esboços;

3- Desenhos de Sistemas Eléctricos e Electrónicos;

4- Outros tipos de desenho.

Desenhos de Produção ou Trabalho

Os Desenhos de Produção ou Trabalho podem ser:

a) Pormenor;

b) Conjunto;

c) Montagem.

Estes desenhos deverão ser verificados e aprovados antes de serem fornecidos ao departamento de produção e estar actualizados com todas as revisões e alterações.

a) Pormenor

Este tipo de desenho de uma pequena peça de um grande conjunto, como é o exemplo do conjunto do motor: cilindro, êmbolo e biela.

Fig. 111: Desenho de Pormenor.

Este desenho fornece toda a informação necessária para a produção de uma determinada peça:

- ⇨ Material;
- ⇨ Dimensões;
- ⇨ Tratamento térmico;
- ⇨ Número de identificação;
- ⇨ Número do desenho relacionado;
- ⇨ Toda a restante informação necessária.

b) Conjunto

Normalmente, estes desenhos são elaborados a partir da informação contida nos desenhos de pormenor. Têm como objectivo de mostrar como as várias peças se dispõem no conjunto. Não mostram dimensões ou detalhes excepto se necessário para localização. Geralmente, são elaborados a uma escala reduzida devido ao tamanho do conjunto.

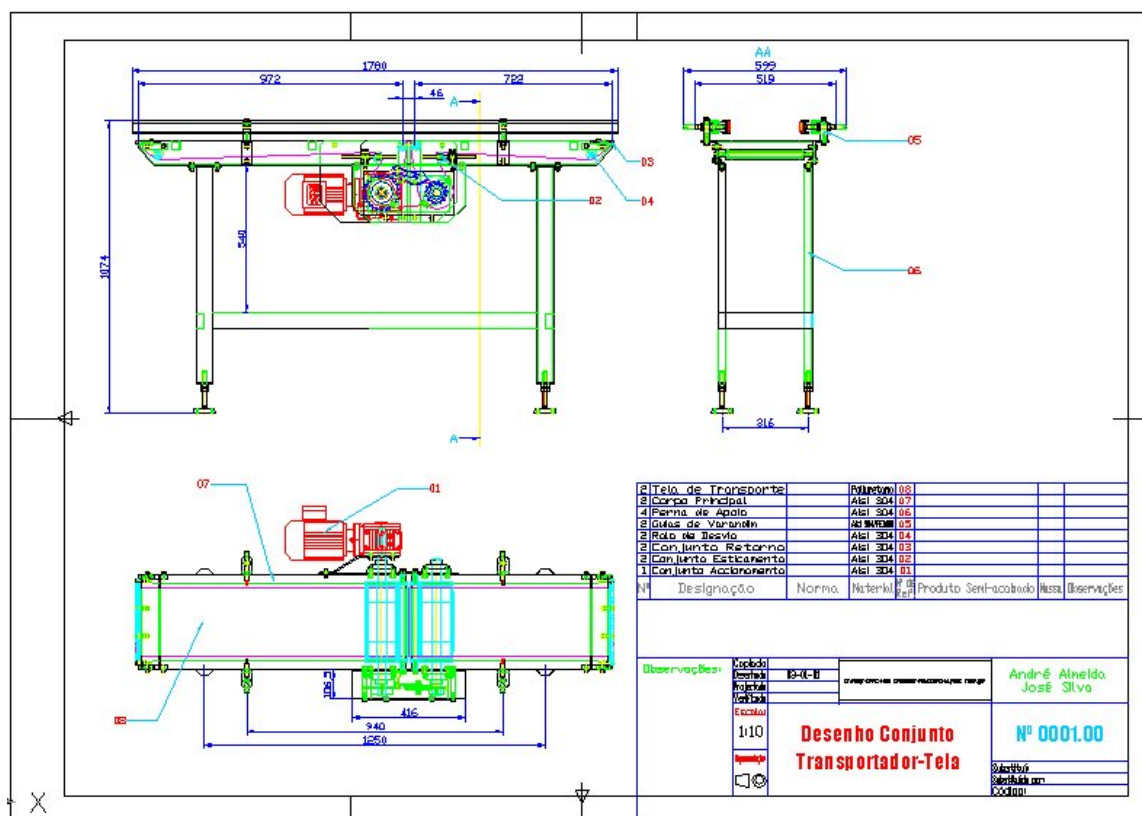



Fig. 112: Desenho de Conjunto.

c) Montagem

Este tipo de desenho mostra de que forma é que a peça terá de ser montada no conjunto. Incluem informação para:

- ⇨ Instalação no conjunto;
- ⇨ Posição correcta;
- ⇨ Localização na aeronave;
- ⇨ Dimensões necessárias relativamente a outras peças do conjunto.

O desenho de montagem permite ao técnico determinar exactamente como é que a peça terá de ser instalada, seleccionar a ferramenta necessária e ainda pormenores relativos ao procedimento a seguir.

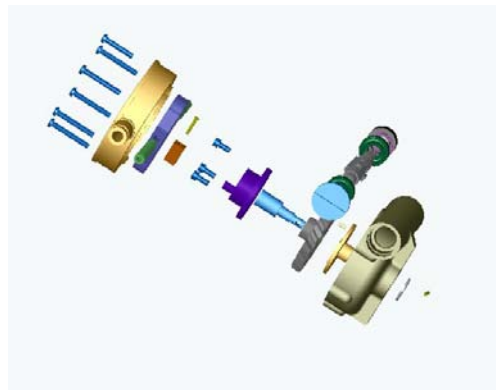



Fig. 113: Desenho em 3 dimensões (3D) - AutoCAD.

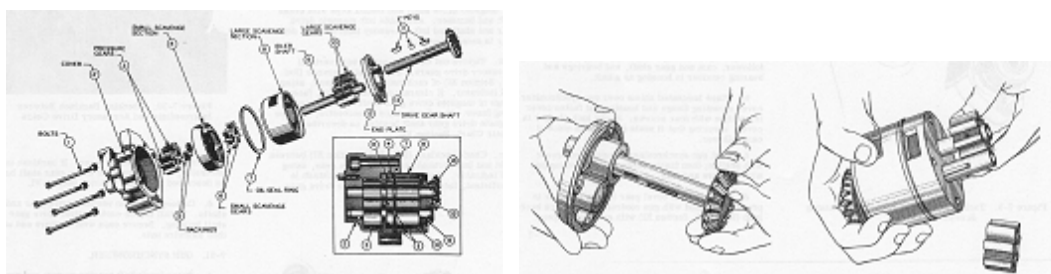



Fig. 114: Desenho de Montagem.

Esboços

Estes desenhos são necessários na preparação de uma proposta de reparação. Poderão vir a constituir parte dos registos de manutenção e reparação, pode ser um desenho com uma só espessura de linha.

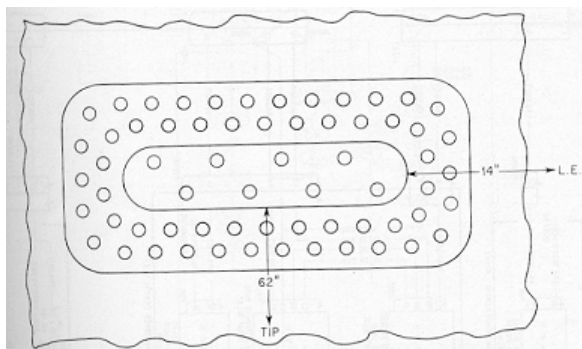



Fig. 115: Esboço.

Vantagens:

- ⇨ Proporcionam informação relativamente à reparação de uma peça ou estrutura;
- ⇨ Ilustram modificações propostas;
- ⇨ Fornecem informação aos desenhadores para elaboração dos desenhos "standard";
- ⇨ Podem ter qualquer outra utilização onde seja necessário uma ilustração.

Desenhos de Sistemas Eléctricos e Electrónicos

Podem ser:

a) Diagramas de Cablagens;

b) Diagramas Esquemáticos.

a) Diagramas de Cablagens:

- ⇨ Ilustram todas as cablagens, segmentos e suas ligações num circuito eléctrico;
- ⇨ Cada segmento de cablagem é identificado por um código alfanumérico;
- ⇨ As letras e números estão estampados nos cabos instalados na aeronave;
- ⇨ As ligações às fichas e unidades eléctricas também estão identificadas com letras e números;
- ⇨ Poderão ser utilizados pelo fabricante para preparar um diagrama esquemático do circuito.

Fig. 116: Diagrama de Cablagem.

b) Diagramas Esquemáticos:

Este tipo de diagramas possibilita:

- ⇨ A identificação rápida do relacionamento das unidades do sistema;
- ⇨ A identificação da cablagem neste sistema utiliza números e letras.

Este sistema torna possível identificar todos os segmentos de cada cabo num circuito e o mau funcionamento de uma unidade pode ser rapidamente detectado pelo técnico.

Fig. 117: Diagrama de Esquemático.

Diagramas Lógicos para Sistemas Electrónicos:

Este tipo de diagrama permite:

- ⇨ Resolver o problema da complexidade dos sistemas electrónicos;
- ⇨ Simplificação do desenho utilizando símbolos;
- ⇨ Lógica matemática binária.

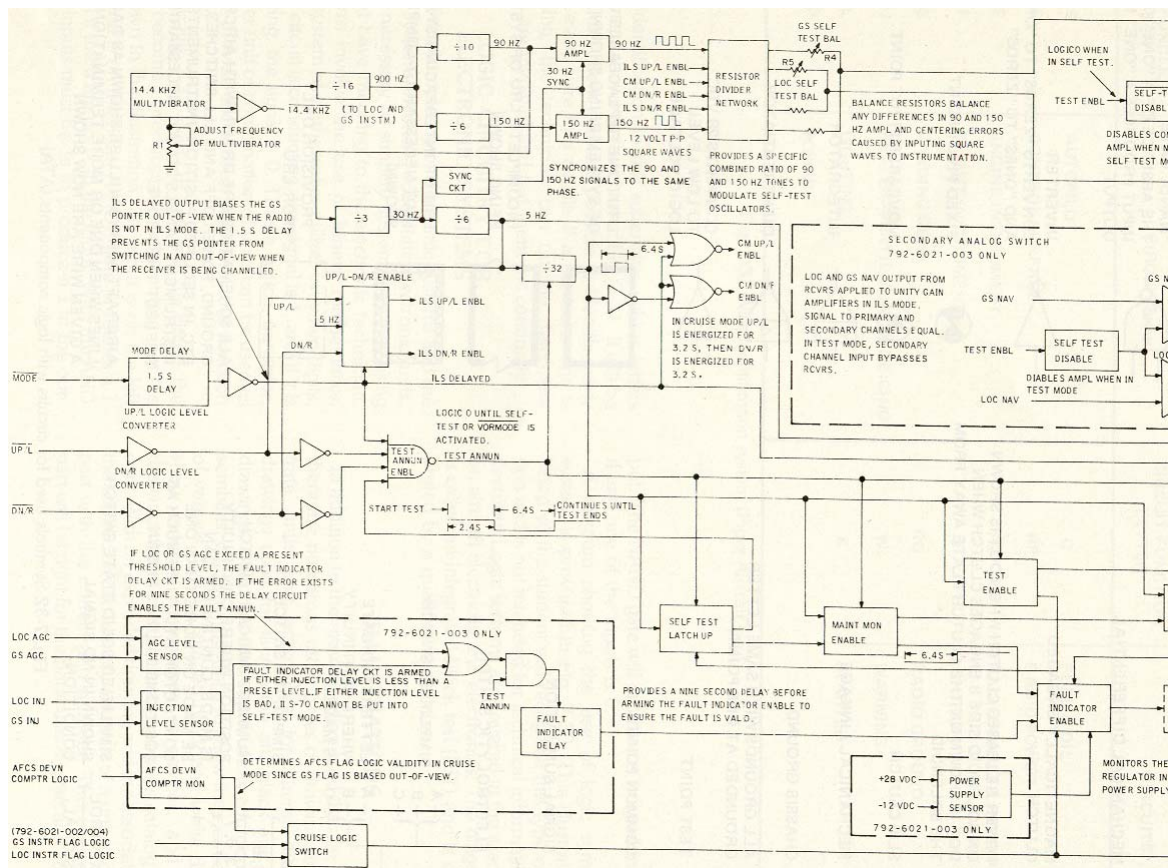



Fig. 118: Diagrama Lógico.

4- Outros tipos de desenho

Ilustrações podem surgir como:

- Desenhos simples a preto e branco, a uma só linha;
- Desenhos explodidos para mostrar peças de um conjunto;
- Desenhos explodidos para uso em "parts catalog" ilustrados.

Fig. 119: Ilustração.

INDEX	NOMENCLATURE	SECTION	FIGURE
1	Wing Group	II	2-1
2	Tail Group	III	3-1
3	Body Group	IV	4-1
4	Landing Gear	V	5-1,5-2
5	Engine and Nacelle Group	VI	6-1

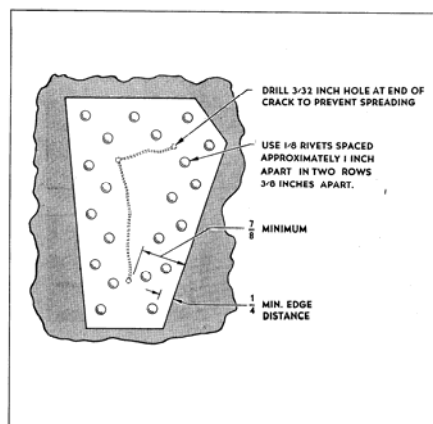
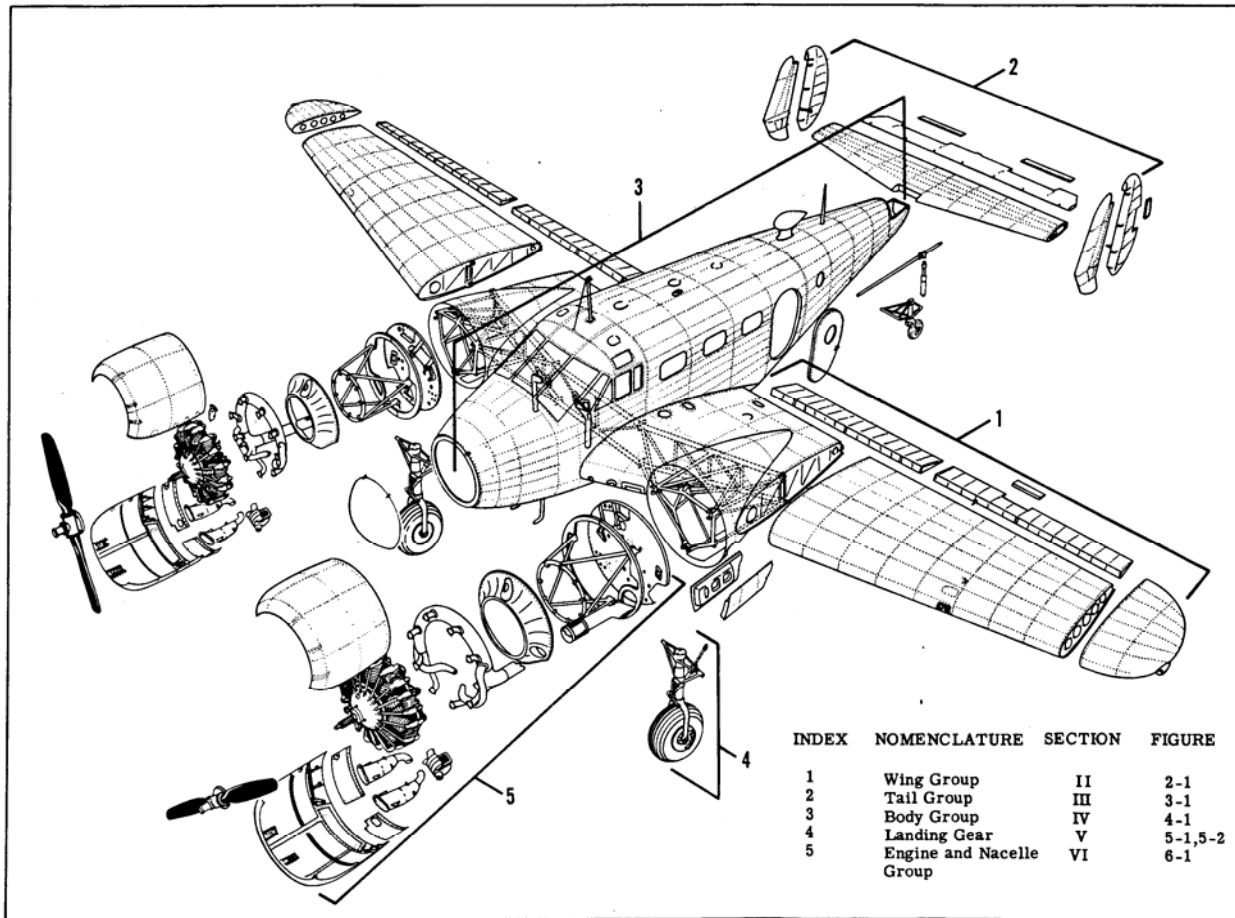



Fig. 120: Ilustração.

Corte:

– O desenho em corte permite mostrar a construção interior de vários dispositivos.

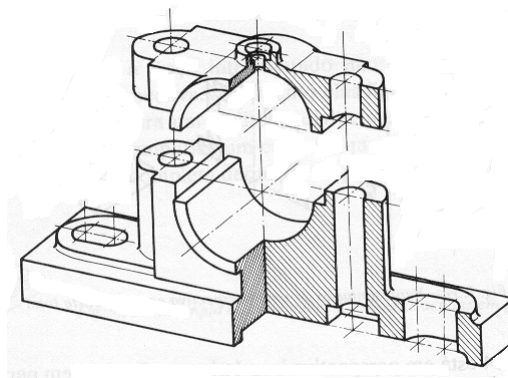



Fig. 121: Perspectiva Dimétrica de uma Chumaceira.

ESPECIFICAÇÃO 100 "AIR TRANSPORT AVIATION OF AMERICA"

NORMALIZAÇÃO

Nas aulas anteriores já foi dado relevo à tendência crescente que se manifesta internacionalmente para criar regras de comunicação. Esta procura de unificação ou de normalização tem como objectivo facilitar o intercâmbio técnico, que o desenvolvimento tecnológico e industrial justificam e quase obrigam.

Evolução Histórica

1917:

Surgiram na Alemanha as primeiras normas, designadas por DIN, iniciais de Deutsch Industrie Normen (Normas da Indústria Alemã);

1928:

É fundada a International Standardizing Association (ISA), com a finalidade de regular e uniformizar as actividades de produção e criação nos vários países;

1947:

A ISA é substituída pela International System Organization (ISO), que é a entidade que actualmente superintende a normalização nos vários países.

Elaborar uma Norma

Como se faz uma "norma"?

1ª fase:

Fase de estudo

2ªfase:

Se não houver alterações, é publicada uma norma provisória, sendo atribuído um número precedido pela letra P, por exemplo: 100 - Projecto de Norma Portuguesa.

3ªfase:

Durante cerca de um ano esta norma está à experiência. Findo este prazo, é atribuído um número

antecedido pelas letras P, por exemplo NP-100. Depois de publicada como definitiva, uma norma só pode ser alterada, após um período chamado de revisão (Portugal é 5anos).

Tipos de Normas

De acordo com as definições propostas pela ISO (Organização Internacional de Normalização), existem:

- «Norma básica»;
- «Norma de produto»;
- «Norma de serviço»;
- «Norma de terminologia»;
- «Norma de ensaio»;
- «Norma de segurança»;
- «Norma de interface»;
- «Norma de eficiência»;
- «Norma descritiva».

Devido à necessidade de melhorar a comunicar dentro os diferentes continentes, tornou-se necessário criar:

- Sistema Europeu;
- Sistema Americano;
- Sistema Oceânia;
- Sistema Asiático;
- Sistema Africano.

Sistema Europeu

O Sistema Europeu, recebe "orientações" das normas ISO – *International Organization for Standardization.* As normas mais conhecidas são a DIN (Deutsche Industrie Normen) e a ASA (American Standard Association).

Como exemplos de normas europeias temos:

- **DIN** - Deutsche Industrie Norman;
- **NF** – Normes Françaises;
- **BS** – British Standards;
- **NP** – Normas Portuguesas.

Sistema Militar Americano

<u>Mais usual:</u>

- ⇨ **AC**: Air Corps;
- ⇨ **AF**: Air Force;
- ⇨ **AND**: Air Force – Navy Aeronautical Design;
- ⇨ **NAF**: Naval Aircraft Factory;
- ⇨ **AS**: Aeronautic Standard.
- ⇨ **MS**: Military Standard;
- ⇨ **AN**: Army and Navy or Air Force and Navy;
- ⇨ **NAS**: National Aerospace Standard.

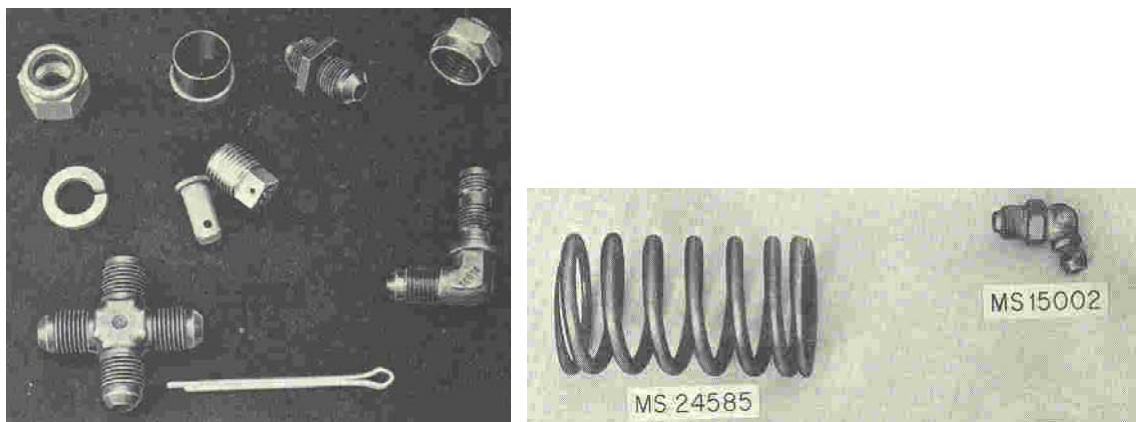



Fig. 122: AN e MS.

A uniformização deve-se essencialmente aos níveis de exigência elevados, características de materiais e componentes, medidas, capacidades, quantidades, ou seja, tudo normalizado permite reduzir a possibilidade de qualquer erro, facilitando a eficiência da manutenção.

ATA 100

A "Air Transport Aviation of America" (ATA Specification 100) publicou em 1956 uma especificação que estabelece normas aos fabricantes de material aeronáutico, pretendendo desta forma, uniformizar os respectivos manuais. Esta especificação normaliza a apresentação de documentação técnica para aeronaves, acessórios de aeronaves, componentes de produção requeridos pelos respectivos produtos.

ATA Specification 100 de uma forma genérica, clarifica os requisitos gerais da "Air line Industrie". Um sistema de operação e manutenção de equipamentos, que permite maximizar a utilização das ferramentas de trabalho, gastando menos recursos.

Esta standardização permite:

- Sistemas numerados;
- Formatos de páginas;
- Estilos de desenho;
- Identificação de componentes;
- Outras standardizações aplicáveis.

Actualização e manutenção de manuais as aeronaves, são usualmente preparados e numerados de acordo com o ATA 100, tal como na aeronave da (**figura 50)**.

Fig. 123: Falcon 50.

Na elaboração do ATA 100 a aeronave foi dividida em vários sistemas, tais com o eléctrico, pneumático, hidráulico, etc. Estes sistemas foram numerados de 1 a 100, mantendo sempre a mesma numeração independentemente da aeronave a que pertence.

No **Anexo B – Desenho Técnico** (**tabela 1**), permite verificar os vários sistemas que constituem uma aeronave.

ATA 2200

MIL-STD-1808

É uma uniformização militar que vem completar o ATA 100, dado que esta não contempla o sistema de armas.

ATA 2200

O ATA 2200 vem uniformizar o ATA 100 e o MIL-STD-1808, entre o sistema civil e o militar.

FOLGAS E AJUSTAMENTOS

TAMANHO DE PARAFUSOS E CLASSES AJUSTAMENTO

MEDIDAS DE BROCAS E FUROS NA INSTALAÇÃO DE PARAFUSOS

Medição de Brocas

Na ligação de 2 ou mais elementos há uma condição inicial de projecto que é impreterível saber, isto é, se a ligação é fixa ou amovível.

Para o caso de uma ligação fixa ou solidária tal como acontece na rebitagem, os parafusos devem entrar na furação sem qualquer folga. É conveniente relembrar que uma broca origina sempre um furo de diâmetro ligeiramente superior ao seu. Este aumento de diâmetro depende essencialmente:

- ⇨ Características e espessura do material a furarem;
- ⇨ Tipo de broca (diâmetro, gume de corte, afiação);
- ⇨ Velocidade de rotação ou corte da broca.

Diâmetro da Broca (mm)	Aumento originado no Furos			
	Metal Leve		Aço	
	Macio	Duro	Macio	Duro
5	0.45	0.25	0.16	0.12
10	0.75	0.40	0.18	0.14
15	0.90	0.48	0.20	0.16
20	1.00	0.52	0.22	0.18

Tabela 6: Aumento de Diâmetro de Furos.

Na prática, quando pretendemos fazer um furo com precisão temos de subtrair o excesso, ou seja, no caso de uma broca de 5mm a furar um metal leve e duro, teremos de retirar 0,25mm. Como tal, temos de utilizar uma broca de 4,75mm.

Calibres

O calibre de uma broca surge estampado na espiga da broca, ou seja o seu diâmetro. Esta medida pode ser em caso de dúvida feita através de um paquímetro ou de um peça/calibre com furos correspondentes a medidas de calibres.

Os calibres surgem em milímetros (em valores decimais de 0.5mm) a 10 ou escalonado em polegadas (em fracções 1/64 a 1/2 inch).

Ligações Móveis

Neste tipo de operação a utilização de brocas implica o mesmo género de cuidados, mas a instalação é efectuada com a folga (clearance) recomendada.

Brocas Helicoidais

As brocas utilizadas em equipamento portátil ou fixo, são helicoidais de haste cilíndrica, e são constituídas pelo seguinte:

- ⇨ Haste:
  - o Parte não estriada da broca também designada por cabo;
- ⇨ Parte Cortante:
  - o É constituída por 2 estrias, que afiadas formam a ponta da broca, a qual é formada por 2 fios cortantes principais unidos por um fio transversal ou secundário.

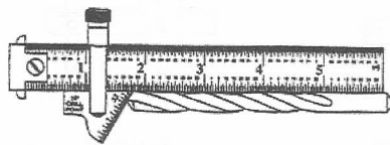



Fig. 124: Medição do ângulo da Broca.

As brocas são fabricadas em:

»» Aço Ferramenta;

»» Aço Rápido.

Na elaboração de furos que provoquem demasiado desgaste das brocas, estes deverão ser executados com brocas reforçadas de pastilhas de metal duro.

Selecção de Brocas

Para efectuar uma operação de furação implica previamente saber:

- ⇨ Diâmetro do furo;
- ⇨ Tipo de material a furar;
- ⇨ Afiamento da broca.

SISTEMA CORRENTE DE AJUSTAMENTO E FOLGAS

Numa aeronave, tal como em qualquer dos seus órgãos é indispensável verificar se as peças ou componentes têm a folga (clearance) ou aperto (fit) recomendado.

A articulação entre os diversos órgãos é mais relevante consoante a sua localização e função. A folga ou aperto dever ser uma medida rigorosa, para que o desgaste entre as superfícies em contacto seja o menor possível. Factores como o coeficiente de dilatação térmica têm que ser tomados em consideração no cálculo de uma ligação, uma vez, que existem valores máximos e mínimos de utilização. Assim, sempre que um valor obtido não se encontre dentro dos limites estabelecidos, a peça ou órgão devem ser substituídos.

FUROS E VEIOS

Ajustamento

Definição

Ajustamento é definido como a associação entre duas peças em contacto, uma com a outra e com a mesma Cota Nominal.

Relativamente à forma o ajustamento pode ser: (4)

- Cilíndrico;
- Cónico;
- Esférico;
- Prismático.

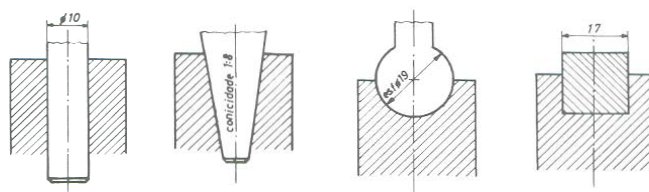



Fig. 125: Formas: Cilíndrica, Cónica, Cilíndrica e Prismática.

Cota Nominal

Para o veio é a dimensão exterior, para o furo é a dimensão interior. Existe uma cota que interessa à função do furo e veio: Cota Funcional.

Para aferir as cotas são utilizados vários tipos de calibradores, o mais usual é o medidor de calibres do tipo passa-não-passa, para:

- Furos;
- Interiores;
- Veios.

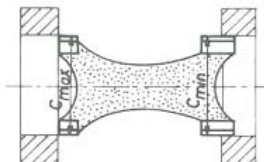
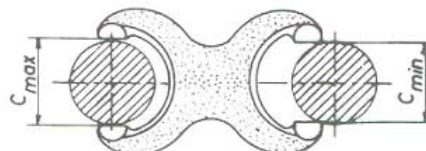



Fig. 126: Furos. Fig. 127: Interiores. Fig. 128: Veios.

Classes de Ajustamento

Atribuindo às letras da figura o seguinte significado:

- CmaxF:
  - Cota máxima do Furo;
- CminF:
  - Cota mínima do Furo;
- CmaxV:
  - Cota máxima do Veio;
- CminV:
  - Cota mínima do Veio.

Classes de Ajustamento: (3)

- Folga;
- Aperto;
- Incerto.

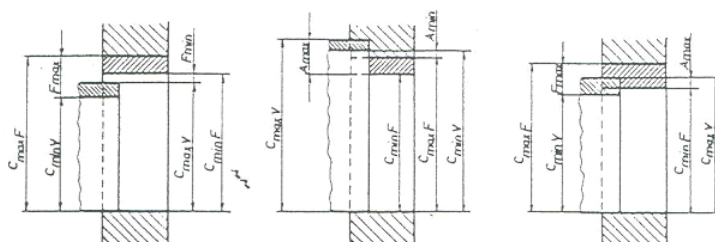



Fig. 129: Classes de Ajustamento.

Ajustamento com Folga:

- ⇨ CminF ≥ CmaxV;

Ajustamento com Aperto:

- ⇨ CmaxF ≤ CminV;

Ajustamento Incerto:

- ⇨ CmaxF > CminV e CminF < CmaxV.

Condições Extremas:

- ⇨ Folga máxima: Fmax = CmaxF – CminV;
- ⇨ Folga mínima: Fmin = CminF – CmaxV;
- ⇨ Aperto Máximo: Amax = CmaxV – CminF;
- ⇨ Aperto Mínimo: Fmax = CminV – CmaxF.

Ajustamentos com Folga: (4)

- ⇨ Lassos;
- ⇨ Rotativos;
- ⇨ Deslizantes;
- ⇨ Deslizantes justos.

Ajustamentos com Incertos: (1)

- ⇨ Ligeiramente presos:

Ajustamentos com Aperto: (3)

- ⇨ Blocados;
- ⇨ Apertados a frio;
- ⇨ Apertados a quente.

Exemplos práticos

Ajustamentos com Folga:

- ⇨ Lassos:
  - o Grandes folgas, permite grandes dilatações, Exemplos: Chumaceiras, casquilhos;
- ⇨ Rotativos:
  - o Folgas "pouco importantes". Exemplos: Órgãos rotativos;
- ⇨ Deslizantes:
  - o Elementos de movimento de translação. Exemplos: Máquinas e ferramentas, etc.
- ⇨ Deslizantes Justos:
  - o Elementos fixos de montagem à mão. Exemplos: Enchavetamentos, etc.

Ajustamentos Incertos:

- ⇨ Ligeiramente presos, quando:
  - o Elementos fixos de montagem à mão ou com maço. Exemplos: Induzidos de motores eléctricos montados em veios, etc.

Ajustamentos com Aperto:

- ⇨ Blocados, quando:
  - o Elementos fixos de montagem com maço. Exemplos: Montagem de rodas dentadas em veios, etc.
- ⇨ Apertados, quando:
  - o Elementos ligados sob forte pressão exercida por uma prensa;
  - o A quente:
  - o Os furos são aquecidos anteriormente, etc.

Tolerâncias

Tolerâncias:

- ⇨ Ajustamentos com Folga:
  - o **Taj F** = Fmax – Fmin;
- ⇨ Ajustamentos com Aperto:
  - o **Taj A**= Amax – Amin;
- ⇨ Ajustamentos Incerto:
  - o **Taj I** = Fmax + Amax.

Cálculos:

Depende de 3 factores:

- Cota Nominal;
- Tolerância;
- Posição.

Cotas Nominais, Campos Parciais, estão divididas em: 14 e 26 Campos:

0 — 1	6 — 10	30 — 50	120 — 180	315 — 400
1 — 3	10 — 18	50 — 80	180 — 250	400 — 500
3 — 6	18 — 30	80 — 120	250 — 315	

Fig. 130: 14 Campos.

0 — 1	14 — 18	50 — 65	140 — 160	250 — 280
1 — 3	18 — 24	65 — 80	160 — 180	280 — 315
3 — 6	24 — 30	80 — 100	180 — 200	315 — 355
6 — 10	30 — 40	100 — 120	200 — 225	355 — 400
10 — 14	40 — 50	120 — 140	225 — 250	400 — 450
				450 — 500

Fig. 131: 26 Campos.

Tolerância:

É definida como a inexactidão admissível e quanto maior for o grau de inexactidão, maior será a tolerância. A ISO (International Organization for Stantardization). Em Portugal: NP-189 (1962).

Sistema de Tolerâncias:

É Fixado pela NP-189 (1962), prevê:

- ⇨ 18 Graus de inexactidão, designados por
  - o Qualidades, numerados de 01; 0; 1; 2 a 16.

Qualidades usadas:

- **IT** 01 a 4: Em instrumentos de verificação, tais como: calibres, padrões, etc.;
- **IT** 5 e 6: Em construção mecânica de grande Precisão;
- **IT** 7 e 8: Em construção mecânica de grande Cuidada;
- **IT** 9 a 11: Em construção mecânica de grande Corrente;
- **IT**12 a 16: Em trabalhos grosseiros, tais como: Laminagem, estampagem, forjamento, etc.

Posições:

- Furos: 28 – A B CD D E EF F FG G H JS K M N P R S T V X Y Z ZA ZB ZC;

- Veios: 28 – a b cd d e ef f fg g h js k m n p r s t v x y z za zb zc.

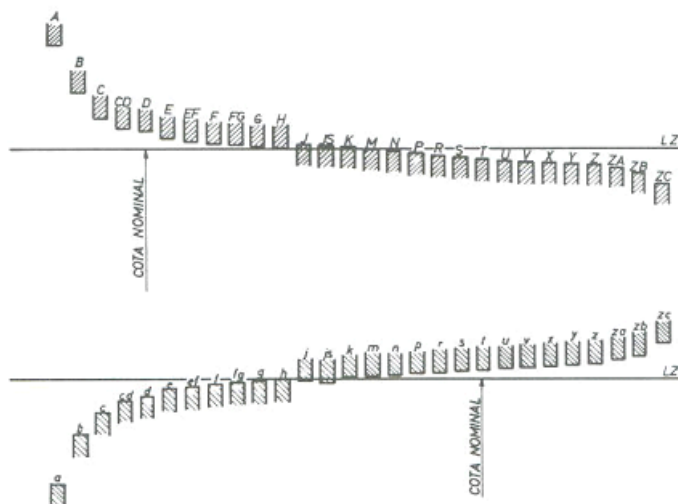



Fig. 132: Posições de Furos e Veios.

POSIÇÃO		A ... G	H	J, JS	K		M			N		P ... ZC
QUALIDADE		Qualquer	Qualquer	Qualquer	até 4 e acima de 8	5 e 6	até 6 e acima de 8	7	8	até 8	acima de 8	Qualquer
DESVIOS	DS	> 0			= 0	> 0	< 0	= 0	> 0	< 0	= 0	< 0
	DI	> 0	= 0	< 0								
LZ												

Fig. 133: Posições de Furos.

Fig. 134: Posições de Veios.

Variação da Tolerância Fundamental:

➪ Com a Qualidade

Fig. 135: Variação da Tolerância Fundamental: com a Qualidade.

➪ Com a Cota Nominal

Fig. 136: Variação da Tolerância Fundamental: com a Cota Nominal.

Ajustamentos Recomendados:

H6 — e7 f6 g5 h5 j5 k5 m5 n5 p5 r5 s5 t5 u5 v5 x5
H7 — a9 b9 c9 d9 b8 c8 d8 e8 f7 g6 h6 j6 k6 m6 n6 p6 r6 s6 t6 u6 v6 x6 y6 z6
H8 — d10 e9 f8 h8 h7 j7 k7 m7 n7 p7 r7 s7 t7 u7 v7 x7 y7 z7
H11 — a11 b11 c11 d11 h11

Fig. 137: Sistema de Furo Normal.

h5	– E7 F6 G6 H6 J6 K6 M6 N6 P6 R6 S6 T6 U6 V6 X6
h6	– A9 B9 C9 D9 B8 C8 D8 E8 F7 G7 H7 J7 K7 M7 N7 P7 R7 S7 T7 U7 V7 X7 Z7
h7	– A9 B9 C9 H8 J8 K8 M8 N8 B8 C8
h8	– D10 A9 B9 C9 E9 F8 H8 B8 C8
h9	– D10 E9 F8 H8
h11	– A11 B11 C11 D11 H11

Fig. 138: Sistema de Veio Normal.

Combinações Correntes:

Ajustamento lasso	H11 – d11	; H8 – e9
Ajustamento rotativo	H8 – f8	; H7 – f7
Ajustamento deslizante	H8 – h8	; H7 – g6 ; H6 – g5
Ajustamento deslizante justo	H7 – h6	; H6 – h5
Ajustamento ligeiramente preso	H7 – j6	; H6 – j5
Ajustamento blocado	H7 – m6	; H6 – m5
Ajustamento apertado a frio	H7 – p6	; H6 – p5
Ajustamento apertado a quente	H8 – u7	; H7 – s6

Fig. 139: Sistema de Furo Normal.

AJUSTAMENTOS E FOLGAS EM AERONAVES E MOTORES

Os números de referência fornecem a indicação de montagem, folgas e partes para as quais o aperto e ajustamento à pressão são especificados em tabelas.

Podem ser: (4)

- ⇨ 1-Ajustamento com Folga;
- ⇨ 2-Ajustamento Leve;
- ⇨ 3-Ajustamento Médio;
- ⇨ 4-Ajustamento Apertado (requer chave para rodar).

Na Aeronáutica, geralmente, os elementos roscados utilizados na aeronave são fabricados, na classe:

- ⇨ **2**-Ajustamento Leve;
    - o Permitem uma mais fácil montagem (giram inicialmente à mão).

LIMITES DE ENCURVAMENTO (BOW), TORÇÃO (TWIST) E DESGASTE (WEAR)

Na indústria em geral e na aeronáutica em particular quando se pretende construir ou reparar uma superfície plana ou tubular, estas têm necessariamente de suportar uma deformação plástica permanente para a sua aplicação.

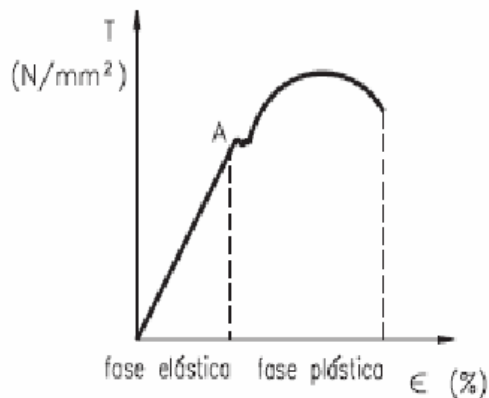



Fig. 140: Tensão - Deformação.

Na elaboração de um projecto mecânico o Ajustamento e a Folga, devem ser os adequados ás características e função do material ou equipamento, para que este não entre em rotura ou colapso devemos ter em consideração:

- Limite de Encurvamento;
- Torção;
- Desgaste.

LIMITE DE ENCURVAMENTO

A curvatura (bend) é um tipo de deformação que depende de diversos factores, tais como:

- Natureza e espessura do material;
- Condições de maleabilidade;
- Ângulo e raio de curvatura a ser executado.

O ângulo e raio de curvatura são um dado de grande importância, uma vez que é um limite fornecido em função dos outros factores, condicionando na forma final da curvatura a ser executada.

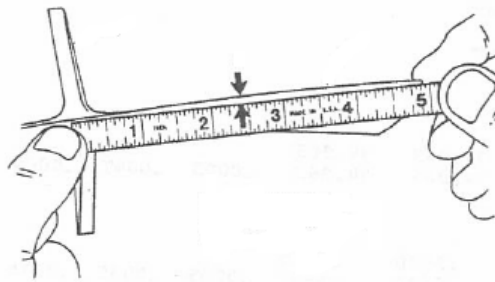



Fig. 141: Curvatura.

Este encurvamento é normalmente causado por esforços ou deformações estruturais devidas a operação anormal, obrigando a verificações visuais e ensaios não destrutivos. Sempre que se registem valores fora dos limites estabelecidos pelos manuais dos fabricantes, estes órgãos têm de ser retirados e substituídos.

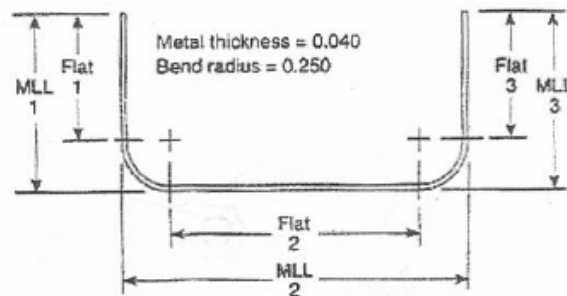



Fig. 142: Dimensões de Curvatura.

Encurvamento ou Varejamento

A instabilidade elástica numa peça ou estrutura verifica-se, quando as solicitações provocam deformações ou deslocamentos demasiado elevados, que causam um determinado modo de "rotura" considerada dentro do domínio elástico do material. Como exemplos, temos:

- As peças muito altas e "finas", submetidas à flexão ou compressão.

TORÇÃO

É um tipo de esforço a que os materiais aeronáuticos são permanentemente solicitados. Para que não existam falhas no equipamento, o material deve ser seleccionado de acordo com critérios bastante rigorosos. Mas, mesmo assim, os materiais têm limites de utilização que nunca poderão ser ultrapassados, de forma a não colocar em perigo o utilizador, material ou equipamento.

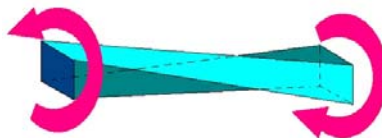



Fig. 143: Torção.

DESGASTE

É o modo de danificação provocado pelos esforços de contacto entre peças. Quando o desgaste é bastante extremo, verifica-se a remoção de material em certas zonas, o que pode impedir o correcto funcionamento das peças. Normalmente, este tipo de anomalia surge devido a fenómenos de corrosão, temperaturas elevadas e selecção pouco rigorosa dos materiais.

O desgaste entre as superfícies em contacto é aspecto de grande importância para o bom funcionamento de um motor ou qualquer equipamento. O valor limite de desgaste não pode ser ultrapassado, existindo para o efeito valores tabelados para cada tipo de solicitação.

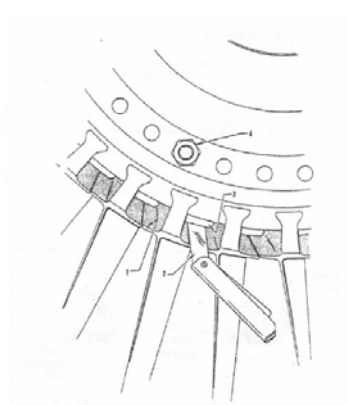



Fig. 144: Verificação do Desgaste.

MÉTODOS NORMALIZADOS NA VERIFICAÇÃO DE VEIOS CHUMACEIRAS

A verificação de Veios, chumaceiras e outras peças pode ser feita:

- Visual;
- Ferramentas Especiais:
    - Verificador de ângulos;
    - Esquadros;
    - Papa folgas;
    - Verificador de ângulo de broca;
    - Verificador de Chapas.

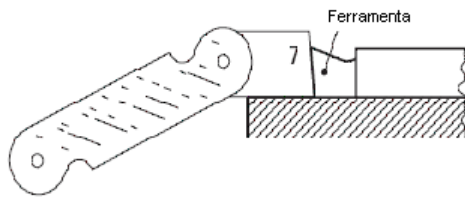



Fig. 145: Verificação de ângulos.

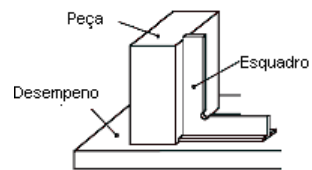



Fig. 146: Verificação do Desgaste.

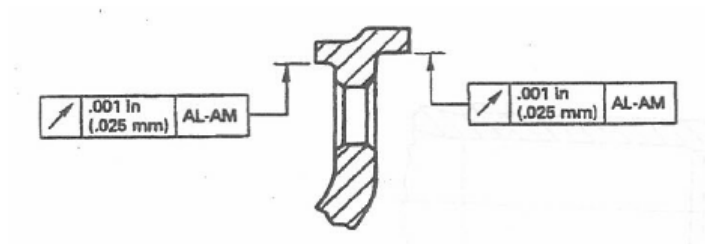



Fig. 147: Limites Toleranciados.

REBITAGEM

JUNTAS REBITADAS

A rebitagem é uma das fases mais importantes na construção de uma aeronave. Esta operação deve ser feita de forma eficiente e o recalcamento dos rebites pode ser efectuado de diversas formas utilizando a ferramenta adequada.

Durante o voo um avião tem de suportar elevadas forças aerodinâmicas, como tal, a resistência mecânica dos milhares de rebites que fixam as peças deve ser bem projectada.

REBITES

Preparação dos Furos para Rebitar

A furação dos rebites ou o seu reacondicionamento é de grande importância, uma vez, que influencia de forma directa o comportamento mecânico do rebite utilizado na ligação.

Um rebite deve preencher completamente a furação, para que possa ser sujeito à carga a que foi projectado. Caso esta condição não se verifique, a ligação será deficiente, constituindo um ponto fraco da ligação.

Para que os rebites preencham de forma adequada a furação é necessário que se verifiquem alguns requisitos com a abertura e reacondicionamento dos furos, tais como:

- Circunferencialidade;
- Alinhamento;
- Diâmetro não muito maior do que o da espiga do rebite.

Maquinagem do Furos dos Rebites

A operação de abertura de furos deve ser de grande qualidade, como tal deverá ser seguida de operações que proporcionem um melhor acabamento.

Características dos Rebites

Rebites Sólidos (Solid Shank Rivet)

Os rebites sólidos têm sido os mais empregues de todos os rebites standard. Este tipo de rebite caracteriza-se pela resistência mecânica que demonstram quando cravados de forma adequada. Por este motivo, os rebites sólidos são frequentemente referidos com rebites estruturais.

Termos da Rebitagem

A designação dada às diferentes partes constituintes de um rebite é feita de forma standard de maneira identificar facilmente a função do rebite.

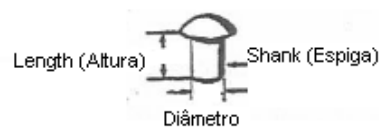



Fig. 148: Universal Head Rivet (Rebite da Cabeça Universal).

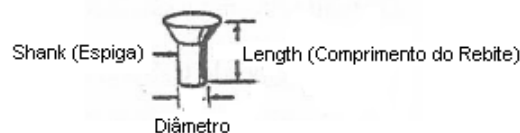



Fig. 149: Flush Head Rivet (Rebite da Cabeça de Embeber).

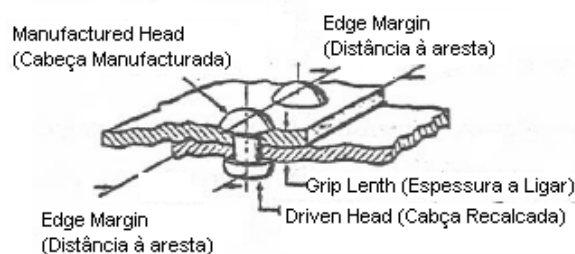



Fig. 150: Instalação do Rebite.

Os rebites mais usuais são constituídos por uma cabeça e uma espiga ou corpo. Depois de inserido o rebite no furo, a ponta espiga é alargada, formando uma cabeça recalcada.

O comprimento do rebite é efectuado a partir da parte inferior do rebite de cabeça universal e partir do topo no caso do rebite de cabeça de embeber. A medida do diâmetro do rebite corresponde ao diâmetro da espiga. A espessura total das chapas a ligar determina qual comprimento do rebite a utilizar.

A distância à aresta é a distância que vai desde o centro do furo até à aresta mais próxima, encontrando-se dependente dos seguintes factores:

- ⇨ Diâmetro do Rebite;
- ⇨ Tipo de Material;
- ⇨ Espessura do Material;
- ⇨ Tipo de cabeça elaborada do rebite.
- ⇨ Junta de Cisalhamento simples ou dupla;
- ⇨ Aplicação de escareamento ou contrapunçado.

Identificação do Rebite

Os rebites mais usuais são normalmente identificados por:

- ⇨ Tipo de cabeça:
  - o Utilizam-se vários tipos de cabeças de rebite elaboradas, tendo em consideração uma utilização específica, um nome descritivo e um número de rebite standard.

- ⇨ Material:
  - o Tal como para produção de aeronaves existem diferentes materiais para manufacturar rebites,
  - o O material é indicado através de marcas de identificação feitas na cabeça manufacturada e por letras de código que são parte do número do rebite standard.

- ⇨ Dimensões:
  - o As dimensões dos rebites são designadas pelo diâmetro da espiga, variando 1/16 in. Até 1/2in., com uma progressão de 1/32in. Os rebites são produzidos para comprimentos até 1in., com progressão de 1/16”.

Tipos de Rebite Standard

O metal do rebite é indicado através de uma marca de identificação manufacturada no rebite e por letras de código, que fazem parte do número do rebite standard.

Os rebites Monel (M) outros que não (BAC R15D x e DY) não tem nenhuma marca na cabeça, são utilizados para rebitar peças de aço e titânio ou onde exista concentração de calor.

Fig. 151: Descrição do Rebite.

Código do Rebite

Nos desenhos dos trabalhos efectuados nas aeronaves, os elementos de ligação estão referenciados através de um símbolo em cruz e uma série de dígitos, os quais identificam o elemento a utilizar. Esta cruz indica exactamente a posição em que deve ser efectuado o furo na chapa para instalar o elemento.

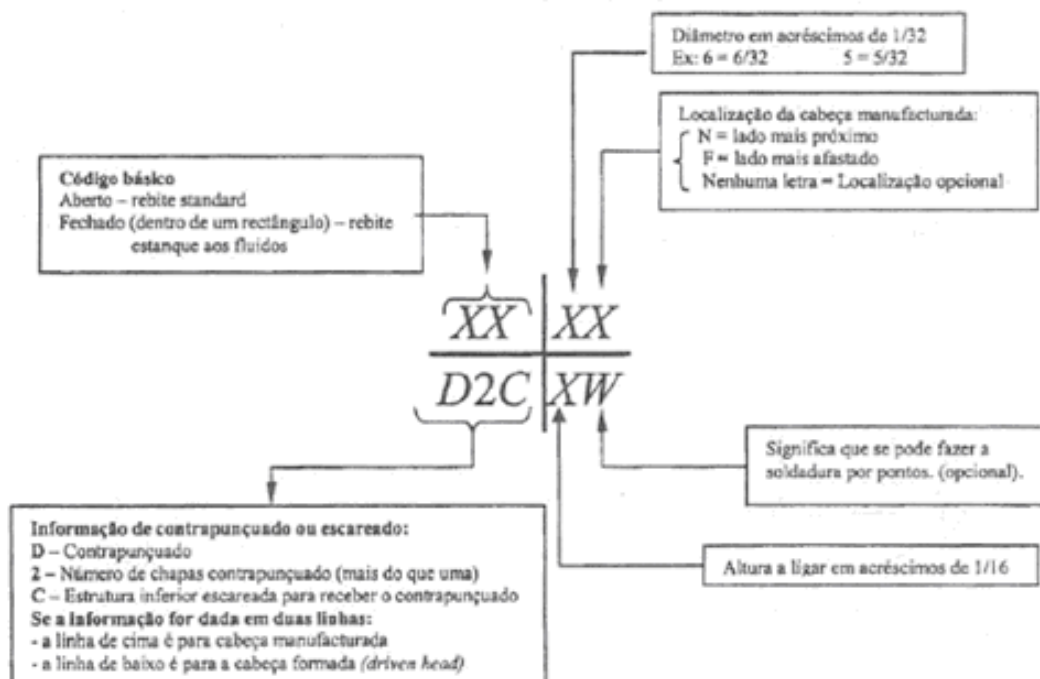



Fig. 152: Interpretação do Código do Rebite.

Selecção do Rebite

A selecção eficiente do material de um determinado tipo de rebite para uma dada junta rebitada, depende fundamentalmente da resistência que se pretende. Normalmente é vantajoso que o material do rebite e o do material a ligar apresente as mesmas propriedades mecânicas. A (**tabela 7)** permite diferenciar algumas combinações entre materiais a ligar e os materiais de que são feitos os rebites.

Material a Rebitar (Ligas de Alumínio)	**Rebites**
1XXX	1100
3XXX	6061
5XXX	5056
2XXX e 7XXX	2017, 2024, 2117
Ligas de Magnésio	5056
Titânio, Aço, Monel	Monel, A286

Tabela 7: Material dos Rebites.

PLANEAMENTO DA JUNTA REBITADA

Preparação, Espaçamento e Passo

Para que uma junta rebitada seja caracterizada por uma elevada qualidade é fundamental ter em consideração dois tipos de resistência fundamentais no processo, ou seja:

- Resistência do rebite ao corte;
- Resistência da chapa ao apoio da cabeça do rebite.

Resistência ao corte de cada rebite

Depende das propriedades mecânicas do material e da área transversal do rebite, ou seja, é função do quadrado do diâmetro do rebite.

Resistência da chapa como apoio da cabeça do rebite

Vai depender da espessura da chapa para um determinado diâmetro de furo. Como tal se um rebite de elevado diâmetro for aplicado em chapas finas, estas vão romper ainda durante a cravação, isto é, muito antes do rebite atingir o seu limite de resistência. Por outro lado, se o rebite for de pequeno diâmetro e as

chapas de elevada espessura, o rebite vai fracturar sem que as chapas atinjam o seu limite de resistência.

A junta ideal resultaria então de um combinação entre o diâmetro do rebite e espessura da chapa, para a qual a resistência ao corte do rebite e a resistência de apoio do material da chapa seriam similares.

O planeamento de uma junta rebitada e de acordo com o anteriormente referido, baseia-se na obtenção:

- ⇨ (D) – Diâmetro do rebite;
- ⇨ (L) – Comprimento do rebite;
- ⇨ (p) – Passo, espaçamento entre rebites, distância entre 2 rebites consecutivos;
- ⇨ (e) – Distância marginal, distância do rebite à aresta da chapa;
- ⇨ (p') – Espaçamento entre filas de rebites;

Todos estes parâmetros se encontram relacionados entre si e com a espessura da peça a ligar.

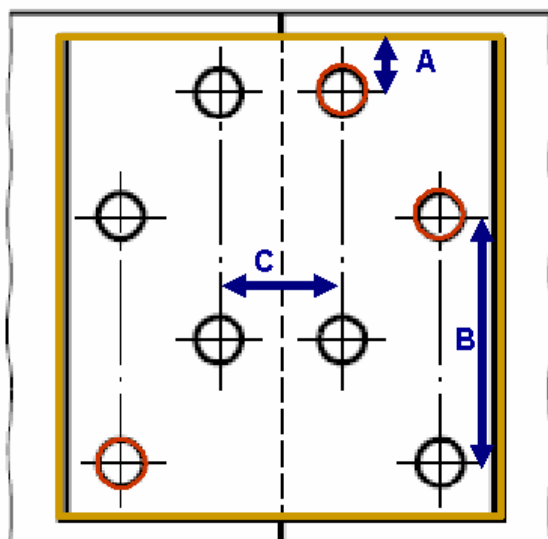



Fig. 153: Distância entre Rebites, a aba da chapa e entre fila.

A selecção e definição de parâmetros da junta podem ser obtidos através de cálculo, baseados no Manual de Reparação Estrutural.

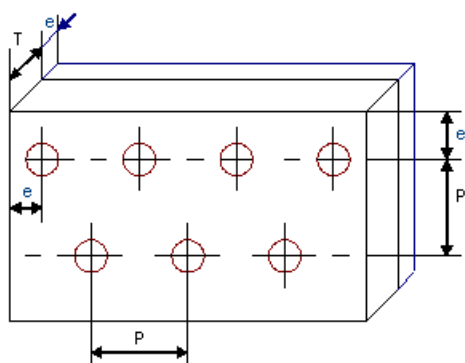



Fig. 154: D – Diâmetro do Rebite.

Marcação de Furos para Rebites				
	D Diâmetro do Rebite	**e** Distância do centro do furo à aba	**P** Distância entre furos na horizontal	**D** Distância entre furos na vertical
Mínimo	T	2 * D	3 * D	3/4p
Máximo	3 * t	2,5 * D (cabeça de embeber)	12 * D	

Tabela 8: Marcação de furos para rebites.

Parâmetros de Rebites				
D	**e**	**P**	**P´**	**L**
3*T	2*D	3*D	¾ ou 3D	T +1,5D

Tabela 9: Parâmetros dos rebites.

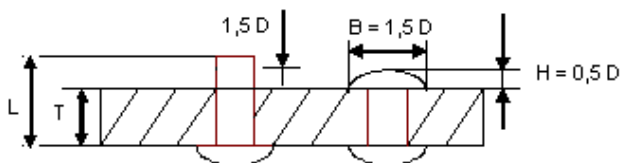



Fig. 155: Parâmetros dos rebites.

Legenda:

T – Espessura da chapa;

B – Largura do cepo;

H – Altura do cepo.

Comprimento do Rebite

O comprimento de um rebite é projectado em função das chapas a ligar. Normalmente, o comprimento total do rebite corresponde à soma das espessuras das chapas a ligar, adicionada da haste do rebite destinada à elaboração da cabeça.

Uma vez que não existem rebites com o comprimento coincidente com o somatório das espessuras das

chapas, implica fazer uma selecção nas tabelas fornecidas pela fabricante.

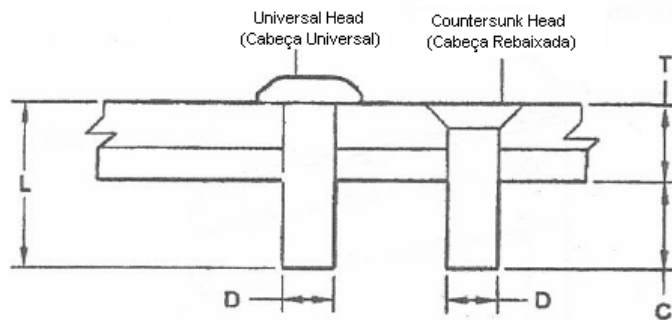



Fig. 156: Comprimento do Rebite.

Legenda:

L – Comprimento do Rebite;

T – Espessura das Chapas;

C – Comprimento do rebite fora das chapas;

D – Diâmetro do rebite.

FERRAMENTAS PARA REBITAGEM

REBITAGEM MANUAL

Durante uma operação de rebitagem manual o técnico normalmente preconiza as seguintes ferramentas:

»» Estampo;

»» Repuchador;

»» Contra estampo;

»» Martelo.

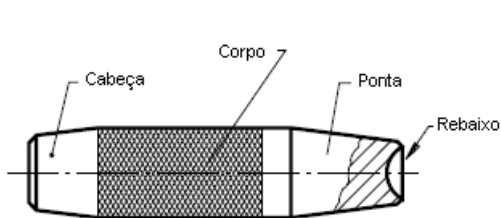
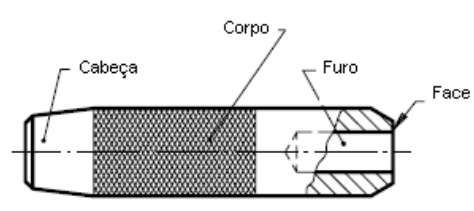



Fig. 157:Estampo. **Fig. 158: Contra-estampo.** **Fig. 159: Repuchador.**

A profundidade do escareado recomendada para trabalhos gerais varia de:

- ⇨ 0,1D a 0,5D.

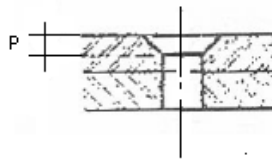



Fig. 160: Profundidade do Escareado.

Procedimento

- ⇨ O contra-estampo é o local onde é alojado o rebite, sendo apertado entre as mandíbulas do torno de bancada ou introduzido no duro quadrado de uma bigorna;
- ⇨ O repuchador para o rebite tem a face encostada na chapa superior. No furo é alojada a extremidade livre do rebite. Utilizando um martelo são dadas pancadas na cabeça do repuchador com a finalidade de ajustar bem as chapas no local da rebitagem;
- ⇨ O estampo ao sofrer pancadas do martelo, deforma a extremidade livre do rebite até ficar com a conformação adequada e originando o aperto definitivo das chapas.

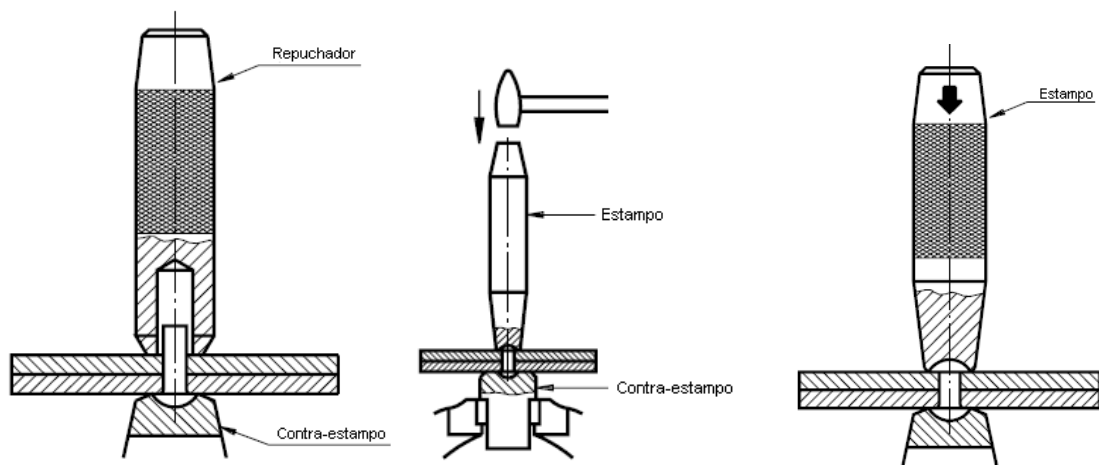



Fig. 161: Operação de Rebitagem.

ANOMALIAS

Defeitos

É preciso fazer bem a rebitagem de forma a assegurar a resistência e a vedação necessárias às peças unidas por rebites. Os defeitos por menores que sejam, representam um enfraquecimento e instabilidade da união. Alguns desses defeitos são somente observados com o passar do tempo, por isso, é preciso estar bem atento e executar as operações de rebitagem com a maior precisão possível.

Os principais defeitos na rebitagem são devidos, geralmente: (2)

- Deficiente preparação das chapas a serem unidas;
- Deficiente execução das operações nas fases de rebitagem.

Deficiente Preparação da chapas a serem unidas:

»» Os furos fora do eixo, formando degraus.

Nesse caso, o corpo rebitado preenche o vão e assume uma forma de rebaixo, formando uma incisão ou corte, o que diminui a resistência do corpo.

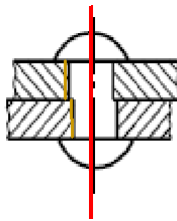



Fig. 162: Furos fora do eixo.

»» Chapas mal encostadas.

Nesse caso, o corpo do rebite preenche o vão existente entre as chapas, encunhando-se entre elas. Isto produz um engrossamento da secção do corpo do rebite, reduzindo sua resistência.

Fig. 163: Chapas mal encostadas.

»» Diâmetro do furo muito maior em relação ao diâmetro do rebite.

O rebatimento não é suficiente para preencher a folga do furo. Isso obriga o rebite a assumir um eixo inclinado, o que reduz muito a pressão do aperto.

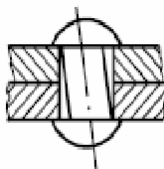



Fig. 164: Diâmetros diferentes.

Deficiente execução das diversas operações e fases de Rebitagem:

»» Aquecimento excessivo do rebite.

Quando isso ocorre, o material do rebite terá suas características físicas alteradas, pois após esfriar, o rebite contrai-se e então a folga aumenta. Se a folga aumentar, ocorrerá o deslizamento das chapas.

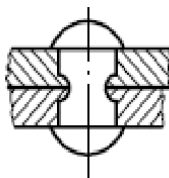



Fig. 165: Aquecimento excessivo do rebite.

»» Rebitagem Descentrada.

Neste caso, a segunda cabeça fica fora do eixo em relação ao corpo e à primeira cabeça do rebite e com isso, perde sua capacidade de apertar as chapas.

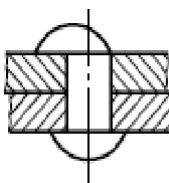



Fig. 166: Rebitagem Descentrada.

»» Mau uso da Ferramenta para fazer a cabeça.

A cabeça do rebite é rebatida erradamente e apresenta irregularidades como rebarbas ou rachaduras.

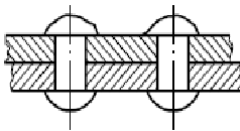



Fig. 167: Mau uso da ferramenta.

»» O comprimento do corpo do rebite é pequeno em relação à espessura da chapa.

Nessa situação, o material disponível para rebitar a segunda cabeça não é suficiente e ela fica incompleta, com uma superfície plana.

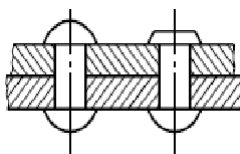



Fig. 168: Rebite pequeno.

Eliminação dos Defeitos

Para eliminar os defeitos é preciso remover a cabeça do rebite. Isso pode ser feito por três processos:

- Broca ou esmeril;
- Talhadeira;
- Lima.

Broca ou Esmeril

É uma máquina – ferramenta, que desgasta o material por meio da acção abrasiva exercida pelo "rolo". A cabeça do rebite pode ser esmerilada e o corpo retirado com saca pinos ou por meio de furação. Abaixo, é ilustrado um "rolo" esmerilando a cabeça de um rebite e uma broca removendo-o em seguida.

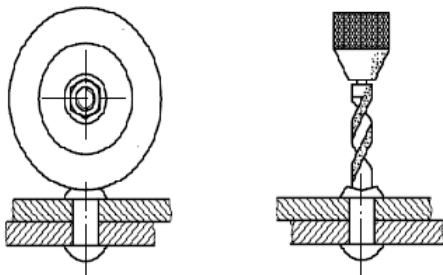



Fig. 169: Esmeril e Broca.

Talhadeira

A cabeça do rebite á aberta em duas partes e depois extraída. A cabeça do rebite pode ser extraída inteira, com uma talhadeira trabalhando de lado. Depois de eliminada uma das cabeças, o restante do rebite é extraído com um saca pinos sobre o qual se aplicam alguns golpes com o martelo.

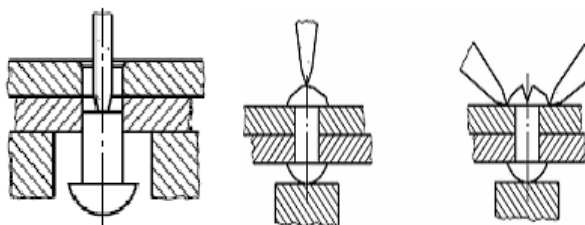



Fig. 170: Eliminação dos Defeitos.

Lima

É usada quando se trata de chapas finas que não podem sofrer deformações. O corpo do rebite pode ser retirado por meio de furação, com broca de diâmetro pouco menor que o diâmetro do rebite.

INSPECÇÃO DE JUNTAS REBITADAS

INSPECÇÃO

A inspecção de juntas rebitadas é uma acção de manutenção de grande importância, como tal, deve ser efectuada por mecânicos com elevada experiência e sentido de responsabilidade.

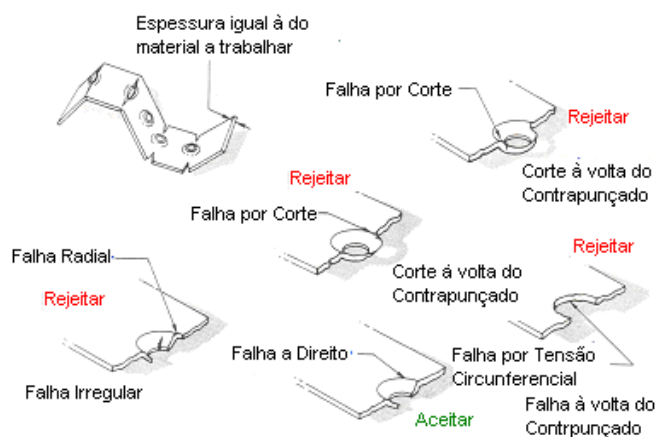



Fig. 171: Vários Tipos de Defeitos.

Os limites de deficiência permitidos nunca podem ser ultrapassados, uma vez que colocam em perigo a segurança humana e das aeronaves. Nas figuras seguintes podemos observar algumas situações a reportar durante as inspecções.

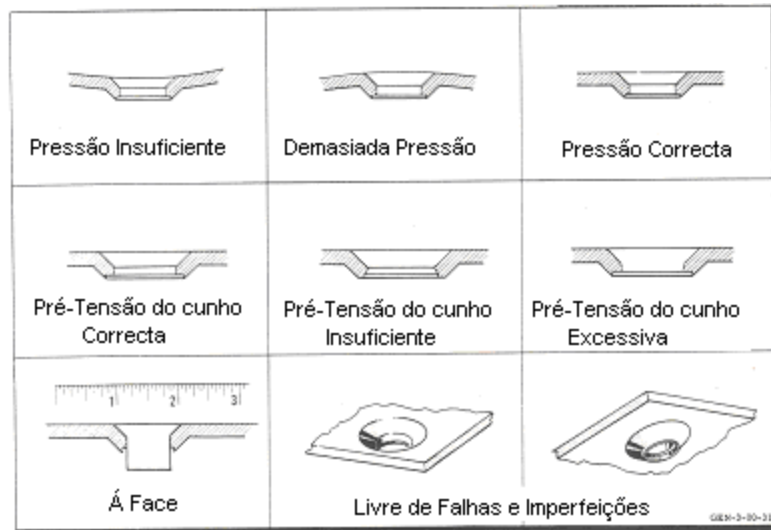



Fig. 172: Vários Tipos de Defeitos.

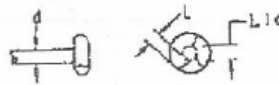



Fig. 173: Fissuras Superficiais.

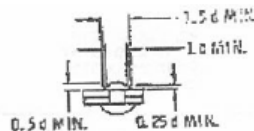



Fig. 174: Cortes na Cabeça.

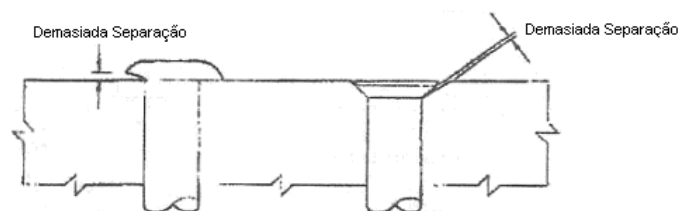



Fig. 175: Folga do rebite.

REMOÇÃO DE REBITES SÓLIDOS

A operação de remoção de rebites consiste em furá-los pela cabeça de modo a desprendê-la e depois remover a espiga, utilizando um martelo e um punção.

É aconselhável usar uma broca de diâmetro ligeiramente inferior ao diâmetro do furo, onde vai ser instalado o rebite.

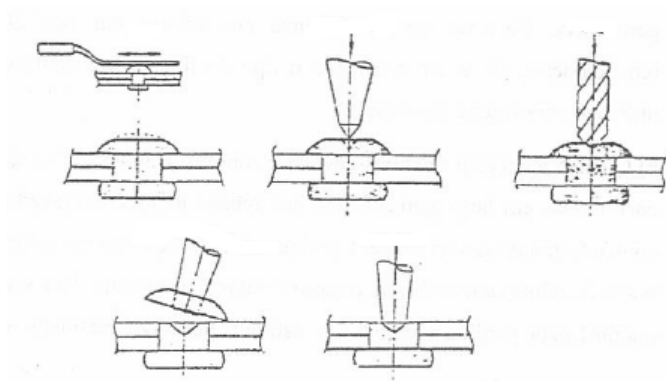



Fig. 176: Fases da Remoção do rebite.

REBITAGEM TÉCNICA

EXERCÍCIO PRÁTICO

O espaço mínimo entre rebites é 3D e o espaço máximo é 24 vezes a espessura da chapa. Se a chapa tiver de 0,083”:

Resulta:

24 * 0,083” = 1,992”

Implica:

Um arredondamento para 2”.

Quantidade de rebites requerida?

É possível determinar o número de rebites requeridos numa reparação, através da divisão da resistência à tracção requerida para a união, pela tensão de corte de um rebite.

Rebites:

»» 2117 – T3 AD de 1/8”;
»» Tensão de Corte 344 Lb – 1/8”;
»» É necessário fornecer à união uma resistência à tracção de 5600 Lb (Manual de Técnicas Aeronáuticas).

Número de Rebites = (Resistência à Tracção da União / Tensão de Corte do Rebite);

Número de Rebites = (5600 / 344);

Número de Rebites = 16.03;

=> Uma costura com 17 rebites.

TUBOS

DOBRAGEM E ABOCARDAMENTO DE TUBOS EM AERONAVES

Uma tubagem tem como objectivo permitir um fácil transporte aos vários fluidos utilizados no interior de uma aeronave, desde a sua armazenagem até ao seu local de utilização.

As tubagens de acordo com a função que desempenham podem ser:

- Rígidas;
- Flexíveis.

Para identificação de um tubo são usados:

- Um "Part Number";
- Um código de cores para a identificação do sistema a que o tubo pertence.

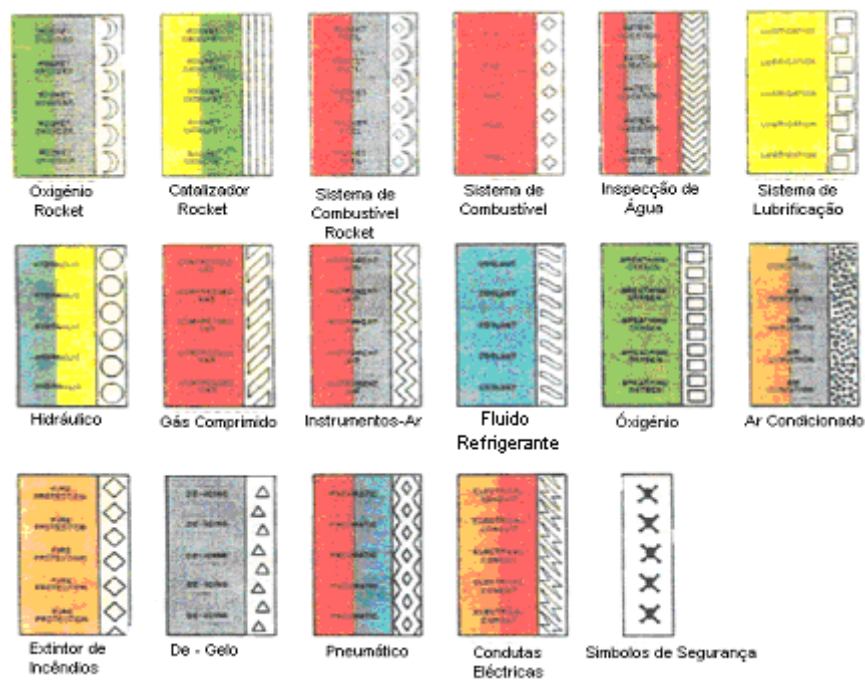



Fig. 177: Código de Identificação de uma tubagem.

TUBOS RÍGIDOS

Tipos e Aplicação

Os tubos de maior aplicação em aeronáutica são os de ligas de alumínio ou ligas de aço. Os tubos em ligas de alumínio têm aplicação em sistemas de baixa e média pressão, isto é, até valores de 1.500 P.S.I. e também em linhas de retorno. Os tubos podem ser aplicados com ou sem abocardamento.

Os tubos de ligas de aço têm aplicação em sistemas de alta pressão ou em zonas de temperatura elevada.

Existem valores tabelados para limites de desgaste e mossas, não devendo ser aceites "religiosamente" como critério específico de aprovação de tubagem danificada.

Diâmetro exterior do tubo		¼"	3/8"	½"	5/8"	¾"	1"
21-6-9 (3000 psi)	Desgaste	0,006	O,007	0,006	0,010	0,011	0,012
	Mossas	0.005	0.007	0.010	0.015	O.C20	0.020
304 1/8 h (3300 psi)	Desgaste	0.006	0.007	0.006	3.010	0.011	0,012
	Mossas	0.005	0.010	0.020	0.030	0,040	0,040
6061T6 (1500 psi) Alimentação	Desgaste	0.015	0.015	0,014	0.012	0,004 a 0.015	0.004 a 0,015
	Mossas	0, 015	0,015	0,010	0,015	0,005	0,005

Tabela 10: Limites de Desgaste e Danos.

Os diâmetros dos tubos são números que designam o diâmetro exterior do tubo em fracções de 1/16 de polegada. Assim sendo, quando um tubo ou acessório é designado por (-5), quer dizer que é material para tubo 5/16", se o material designado é (-8) refere-se a 8/16" (1/2) e assim continuamente.

O ângulo de abocardado é de 37º e não pode ser misturado com terminais de origem não aeronáutica.

Para efectuar a ligação tubos entre si e aos diversos órgãos da aeronave são utilizados 2 tipos de ligação, ou seja, com e sem abocardamento. As ligações do tipo abocardado normalmente utilizam ligações do tipo AC – AGS – NA ou MS.

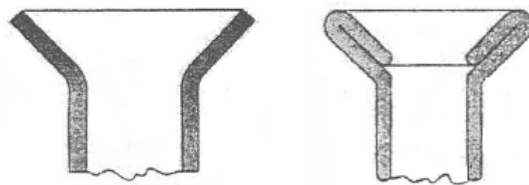



Fig. 178: Abocardado Simples. **Fig. 179: Abocardado Duplo.**

Quando um tubo é abocardado o diâmetro mínimo exterior não pode ser menor do que o diâmetro do abocardado. O diâmetro exterior não deve ser maior do que o da manga.

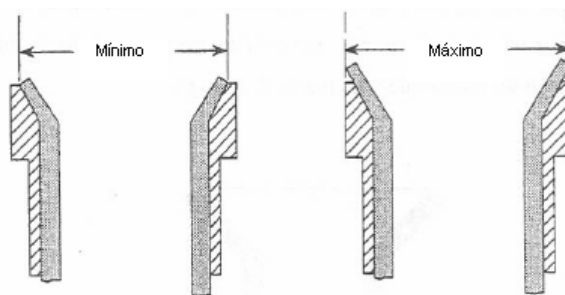



Fig. 180: Diâmetro do Aborcadado.

As ligações do tipo não abocardado podem ser efectuadas com ligações do tipo BAC ou MS – 21921 e 21922.

Os tubos devem ser montados para que as superfícies do abocardado assentem na totalidade, isto é, sem qualquer esforço na superfície do cone de união. Não podem ficar a tocar noutros órgãos, nem possuir riscos ou mossas, de modo a diminuir a sua resistência.

Dobragem de Tubos Rígidos

Os tubos de aplicação em sistemas hidráulicos de aeronaves são caracterizados por uma fina espessura de parede, o que implica um cuidado especial durante a sua dobragem. Dever ser tomada em consideração sempre a curvatura mínima.

Tubing OD (Polegadas)	**Mínimo de curvatura Raio (Polegadas)**	
	Liga de Alumínio	**Aço**
1/8	3/8	-
3/16	7/16	21/32
¼	9/16	7/8
5/16	¾	1 1/8
3/8	15/16	1 5/16
½	1 ¼	1 ¾
5/8	1 ½	2 3/16
¾	1 ¾	2 5/8
1	3	3 ½

Tabela 11: Raio Mínimo de Curvatura.

A zona de dobragem é também designada por curvatura. A espessura do diâmetro exterior não deve ficar

diminuída em menos de 75% do seu diâmetro original. Uma vez que é difícil efectuar a curvatura sem provocar qualquer vinco, deve ser utilizada para o efeito a ferramenta adequada.

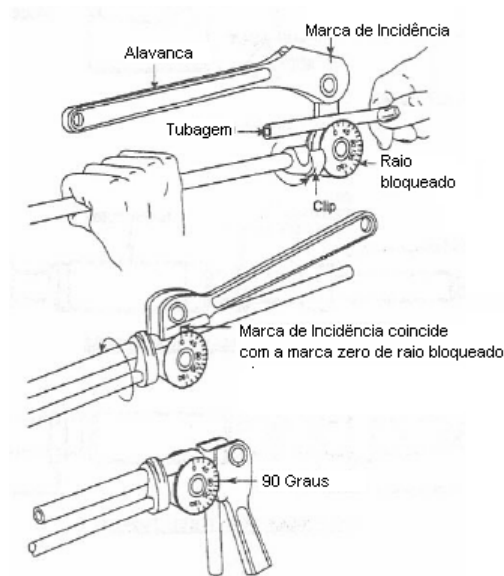



Fig. 181: Ferramenta de Curvatura de Tubos.

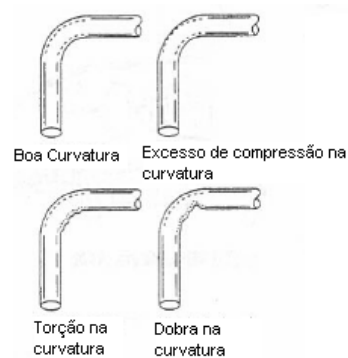



Fig. 182: Curvatura correcta e incorrecta.

Fig. 183: Máquina (elementar) de dobrar tubos.

TUBOS FLEXÍVEIS

Aplicação

As tubagens flexíveis são muito utilizadas nas aeronaves, principalmente em locais sujeitos a vibrações ou nas ligações das partes fixas e móveis dos vários sistemas.

Os tubos flexíveis tal com os rígidos são identificados por um número, que representa o seu diâmetro interior em 1/16 da polegada e define as medidas dos acessórios de ligação.

Nos tubos flexíveis, os terminais podem ser cravados ou roscados no próprio tubo. Na **figura 186**, podemos observar um tubo flexível de média pressão NS 28741, com terminais roscados.

Fig. 184: Terminal de tubo cravado.

Fig. 185: Terminal de tubo MS 24587.

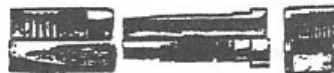



Fig. 186: Fêmea, Macho e Porca.

Tendo em consideração as pressões de trabalho para os tubos flexíveis, estes podem ser de

- Alta, média ou baixa pressão.

Estes normalmente têm aplicação em locais solicitados à fadiga e vibrações. Este tipo de tubagem caracteriza-se por uma elevada resistência em operação.

Fig. 187: Tubo de teflon de média pressão.

Montagem de Uniões sem Abocardado

Procedimento:

- ⇨ Deslizar a porca e manga no tubo;
- ⇨ Colocar o tubo na ferramenta de ajustamento e apertar a porca com o valor indicado pelo fabricante. A pressão produzida pela porca na manga esmaga-a ao entrar no tubo.
- ⇨ Remover o tubo da ferramenta e enroscar no terminal;
- ⇨ Enrosque a porca à mão e depois aperte com uma chave;
- ⇨ Não apertar demasiado, de forma a evitar o esmagamento da união causando fugas.

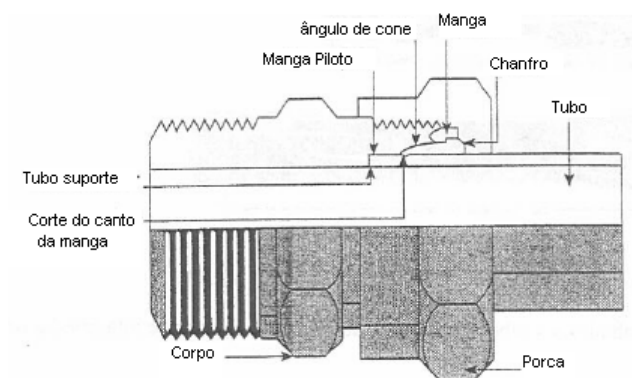



Fig. 188: Montagem de uma União.

INSPECÇÃO E ENSAIOS DE TUBOS DE AERONAVES

UNIÃO MACHO

Inspecção

Procedimento:

- ⇨ Instalar o calibre da ferramenta apropriada no parafuso e inserir a barra no furo do calibre. Roscar a manga na união macho;
- ⇨ Embeber a superfície cónica do calibre;
- ⇨ Roscar o parafuso da ferramenta na manga, até as superfícies se encostarem. Assentar o calibre rodando uma vez, 45º no máximo, retornar ao ponto inicial. Depois de assente, rodar o calibre meia volta, retornar à posição inicial e definir o padrão de contacto;

Limites de Inspecção:

- ⇨ Sulcos circunferenciais na superfície de assentamento e vedação aceitáveis, desde que sejam uniformes ao longo de uma circunferência e não ultrapassem 0.005 polegadas de altura;
- ⇨ Superfícies cónicas que apresentam sulcos não uniformes, sulcos não se estendam por toda a circunferência, ou sulcos que tenham 0.003 polegadas, mas não excedam 0.005 polegadas de altura devem ser refacetados;
- ⇨ Riscos verticais não são aceitáveis. Riscos verticais que não ultrapassem 0.005 polegadas de profundidade podem ser removidos, refacetando a superfície de assentamento.

Reparação

Procedimento:

- ⇨ Instalar a peça de corte da ferramenta apropriada no parafuso e inserir a barra no furo da peça de corte. Roscar a manga no macho;
- ⇨ Roscar o parafuso na manga e rodar a peça de corte maquinando a superfície de assentamento de forma a remover a quantidade mínima de material para eliminar danos e repor a configuração cónica. A superfície pode ser maquinada para obter as dimensões apresentadas em valores tabelados. O eixo da superfície cónica deve ser concêntrico com o respectivo diâmetro da rosca em 0.005 polegadas.
- ⇨ Inspeccionar a superfície cónica refacetada;
- ⇨ Instalar a peça de polimento da ferramenta apropriada no parafuso e inserir a barra no furo da peça de polimento. Desengordurar completamente a superfície de assentamento da união macho e roscar a manga nessa união;
- ⇨ Embeber a peça de polimento;
- ⇨ Roscar o parafuso na manga e polir manualmente a superfície cónica de assentamento;
- ⇨ Inspeccionar a superfície polida e repetir as operações em caso de necessidade;
- ⇨ Desengordurar a união macho. Certificar que o composto de polimento foi completamente removido das uniões polidas. Roscar o tampão de protecção na união reparada.

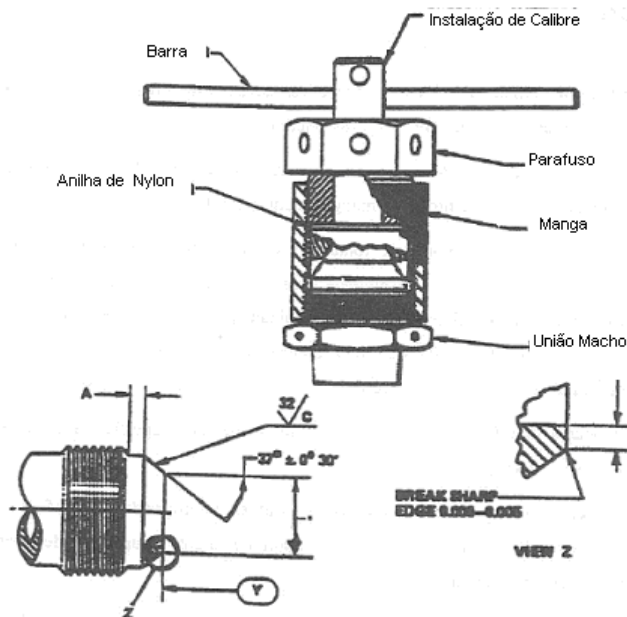



Fig. 189: Reparação de uma superfície de assentamento de uma União Macho.

UNIÃO FÊMEA

Inspecção

Procedimento:

- Instalar o calibre da ferramenta apropriada no parafuso e inserir a barra no furo do calibre. Roscar a manga na união macho;
- Embeber a superfície cónica do calibre;
- Roscar o parafuso da ferramenta na porca da união, até as superfícies cónicas encostarem. Assentar o calibre rodando uma vez, 45º no máximo, retornar ao ponto inicial. Depois de assente, rodar o calibre meia volta e retornar à posição inicial para definir o padrão de contacto.

Limites de Inspecção:

- Os sulcos circunferenciais na superfície de assentamento e vedação são aceitáveis, desde que sejam uniformes ao longo de uma circunferência e não ultrapassem 0.003 polegadas de altura;
- As superfícies cónicas que apresentam sulcos não uniformes, sulcos não se estendam por toda a circunferência, ou sulcos que tenham 0.003 polegadas, mas não excedam 0.005 polegadas de altura devem ser refacetados;
- Os riscos verticais não são aceitáveis. Riscos verticais que não ultrapassem 0.005 polegadas de profundidade podem ser removidos, refacetando a superfície de assentamento.

Reparação

Procedimento:

- Instalar a peça de corte da ferramenta apropriada no parafuso e inserir a barra no furo da peça de corte;
- Roscar o parafuso na porca da união e rodar a peça de corte maquinando a superfície de assentamento de forma a remover a quantidade mínima de material para eliminar danos e repor a configuração cónica;
- Inspeccionar a superfície cónica refacetada;
- Instalar a peça de polimento da ferramenta apropriada no parafuso e inserir a barra no furo da peça de polimento. Desengordurar completamente a superfície de assentamento da união fêmea;
- Embeber a peça de polimento;
- Roscar o parafuso na porca de união e polir manualmente a superfície cónica de assentamento;
- Inspeccionar a superfície polida e repetir as operações em caso de necessidade;
- Desengordurar a união fêmea. Certificar que o composto de polimento foi completamente removido das uniões polidas. Roscar o tampão de protecção na união reparada.

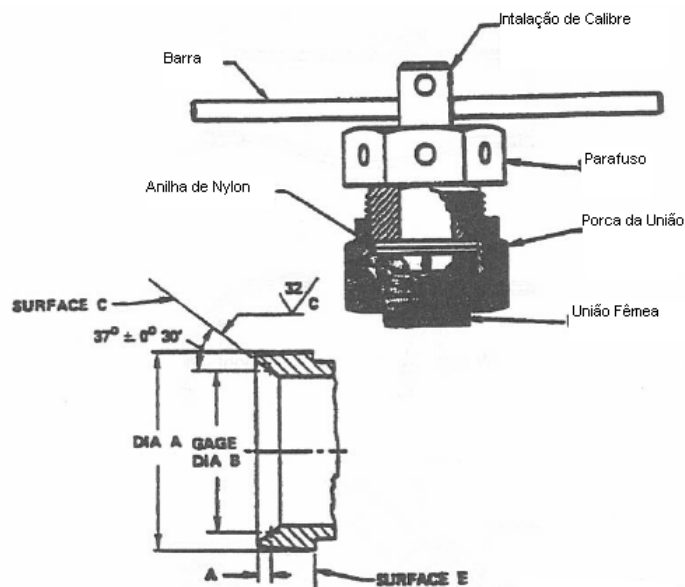



Fig. 190: Reparação de uma superfície de assentamento de uma União Fêmea.

INSTALAÇÃO E FIXAÇÃO DE TUBOS

A instalação e fixação de tubagens são acções de manutenção muito efectuadas em aeronáutica. Este tipo de operação deve ser feito por pessoal devidamente qualificado, uma vez, que por vezes pode parecer simples, mas se não for executado de acordo com o procedimento poderão acontecer danos graves.

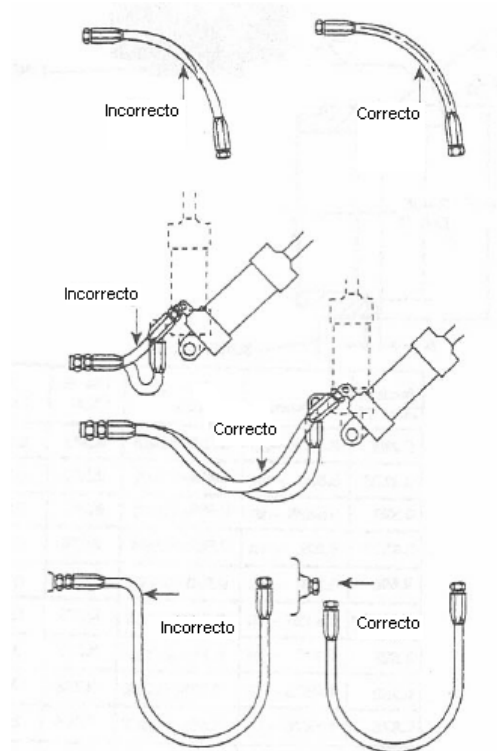



Fig. 191: Instalação de Tubos Flexíveis.

MOLAS

INTRODUÇÃO

As molas resultam do enrolamento de arames de aço especiais, os quais se mantêm em espiral após deformação plástica.

Em aeronáutica, as molas têm normalmente aplicação em sistemas de alívio de pressão ou sistemas de pressão que exijam regulação. Tendo em conta os diversos tipos de utilização, as molas encontram-se normalmente sujeitas a movimentos cíclicos e repetitivos, provocando uma diminuição do seu tempo de vida, ou seja, perde a sua capacidade de recuperação. Quando operam em situações em que as temperaturas são superiores a 100ºC, é acelerada a degradação o seu mecanismo de funcionamento.

De forma poder ter certezas quanto à capacidade de recuperação elástica da mola, torna-se necessário efectuar periodicamente ensaios de tracção ou compressão.

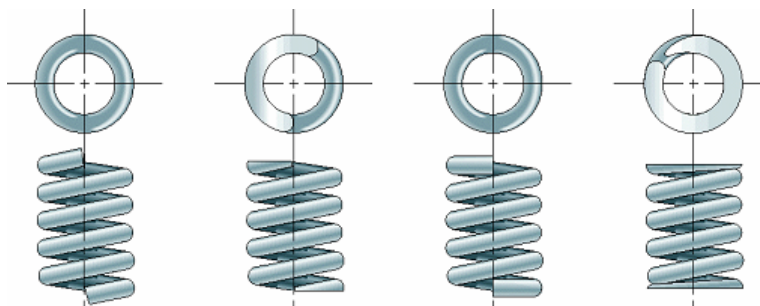



Fig. 192: Molas Helicoidais de Compressão.

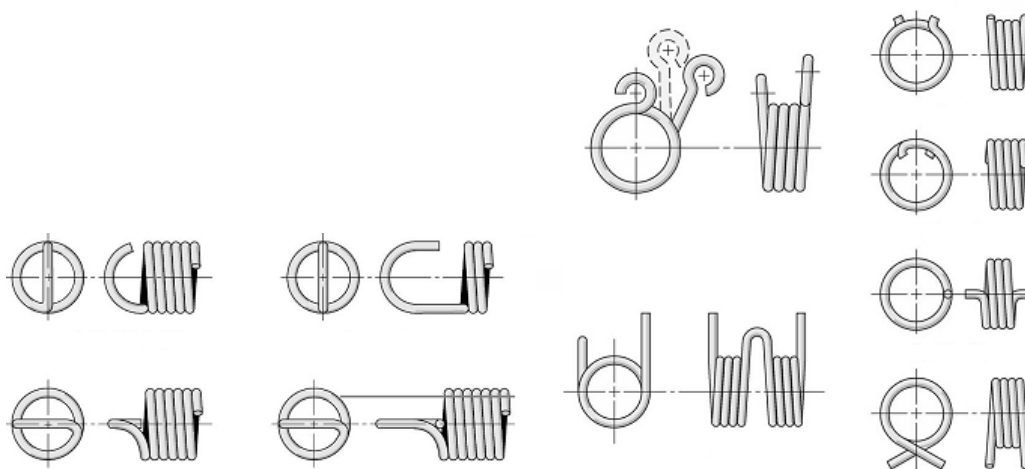



Fig. 193: Molas Helicoidais de Tracção.

Fig. 194: Molas Helicoidais de Torção.

INSPECÇÃO

Para efectuar a inspecção de uma mola teremos de fazer primeiramente um ensaio visual, de forma o observar o estado do arame que constitui a sua espiral, ou seja, investigar possíveis desgastes, deformações ou outros danos.

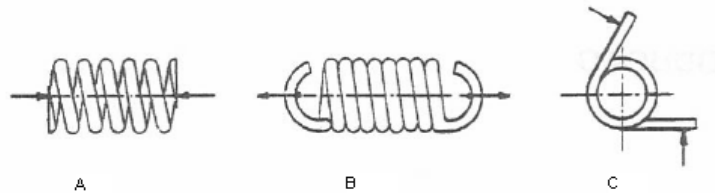



Fig. 195: A – Tracção, B – Compressão, C - Torção.

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO COMPORTAMENTO DE CARGA DAS MOLAS

As molas quando submetidas a situações em que as temperaturas são superiores a 100ºC, a sua capacidade de recuperação elástica diminui com o aumento de temperatura.

PROTECÇÃO DAS MOLAS CONTRA A OXIDAÇÃO

As molas em arame redondo até 8 mm de diâmetro, quando não sujeitas a cargas dinâmicas e em molas planas até 2mm de espessura, são usadas cromagens duras, cromagem, niquelagem, cobreamento e cadmiagem.

ENSAIO DE MOLAS

ENSAIO DE COMPRESSÃO

Procedimento

- A mola deve ser colocada de forma livre no equipamento de teste;
- É medido o comprimento inicial da mola;
- A mola é carregada com uma carga estipulada pelas condições de ensaio;
- Sujeita-se a mola à compressão pretendida através do movimento de um pêndulo;
- Depois do êmbolo ter atingido o final de curso, são efectuadas leituras;
- Se os valores obtidos se encontrarem dentro dos limites estabelecidos pelo manual, a mola está apta para continuar em serviço, caso contrário deve ser imediatamente rejeitada.

Outra forma de aferir uma mola relativamente à compressão, é através de um dinamómetro. Neste método, é adaptado um acessório ao dinamómetro de forma a comprimir a mola até ao valor de ensaio recomendado pelo fabricante. Tal como no método seguinte, a mola é medida antes e depois da carga, ao qual se verifica se a relação de comprimento está de acordo com os valores estipulados no manual.

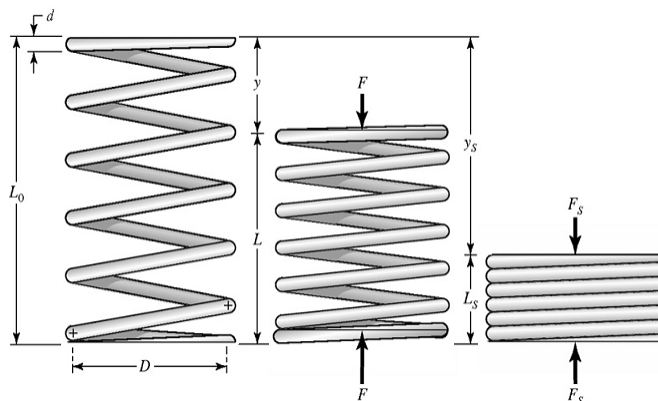



Fig. 196: Parâmetros na Compressão.

ENSAIO DE TRACÇÃO

O ensaio de tracção é feito da mesma forma que o ensaio de compressão, diferindo apenas no tipo de carga aplicado, ou seja, neste aplicada uma carga à tracção.

Procedimento

Este tipo de ensaio também pode ser efectuado através de um equipamento adequado ou a um dinamómetro, da seguinte forma:

- Deve ser fixa por uma extremidade da mola a ensaiar a um torno de bancada para que esta fixe sem qualquer deformação;
- Utilizar o acessório de dinamómetro de ponta em gancho para alongar a mola até aos valores recomendados pelo fabricante;
- Verificar o comprimento da mola na posição distendida na sua posição máxima de valor de ensaio, e avaliar se os valores se encontram dentro dos parâmetros.

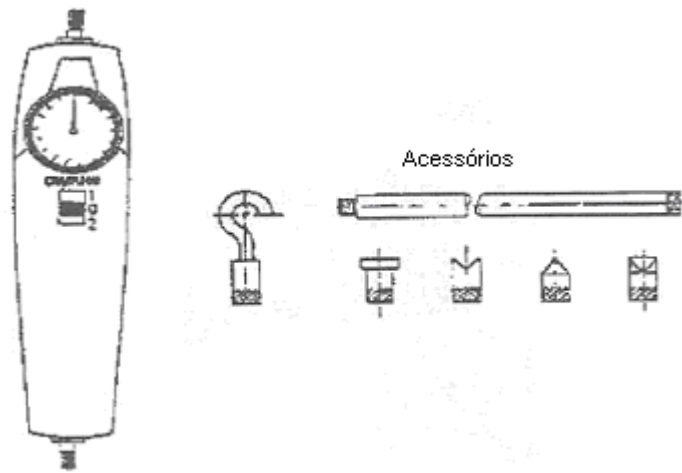



Fig. 197: Dinamómetro e Acessórios.

CHUMACEIRAS

GENERALIDADES

TIPOS DE CHUMACEIRAS E MOENTES DE APOIO

De uma forma genérica, pode dizer-se que uma chumaceira tem como finalidade permitir o movimento relativo, mas constrangido de órgãos rígidos. Os moentes de apoio e os respectivos apoios, ou seja, as chumaceiras, podem ser classificadas relativamente:

- Função;
- Forma;
- Construção;
- Lubrificação.

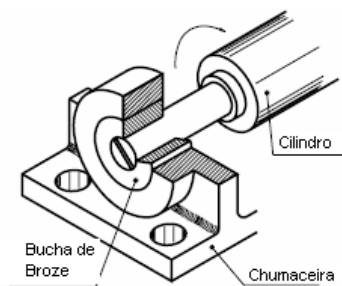



Fig. 198: Chumaceira de Deslizamento.

Função: (Tipo de carregamento)

⇨ Radiais ou Cilíndricas:

- o Mantêm o veio no eixo, evitando deslocamentos radiais;

⇨ Axiais ou de Impulso:

- o Evitam deslocamentos axiais;

⇨ Angulares:

- o Evitando em simultâneo movimentos radiais e axiais, a carga é suportada obliquamente existindo componente radial e axial;

⇨ Guia:

- o Destinam-se a permitir e controlar o deslocamento de um órgão com movimento rectilíneo e evitar em geral movimentos de rotação.

Forma: (Tipo de contacto e atrito)

- ⇨ Escorregamento:
  - o Incluem todos os moentes que incluem película lubrificante;
- ⇨ Rolamento:
  - o Incluem todos os rolamentos de esferas e de rolos;
- ⇨ Mistos:
  - o Casos em que existe atrito de rolamento e de escorregamento.

Construção:

- ⇨ Autocompensadoras:
  - o Os veios são automaticamente centrados, depois de montados e em funcionamento;
- ⇨ Rígidas:
  - o Invariáveis relativamente à forma e posição após montagem, não permitindo qualquer alinhamento;
- ⇨ Segmento:
  - o Uma das superfícies activas é segmentada de forma a permitir a formação das cunhas lubrificantes;
- ⇨ Elásticas:
  - o Uma das superfícies activas é elástica ou elasticamente suportada permitindo as deformações necessárias a um bom alinhamento e à formação da película lubrificante.

Chumaceiras de Rolamento

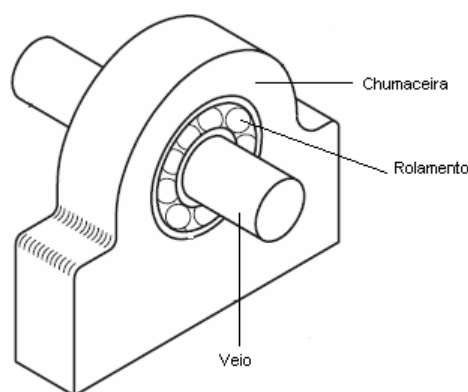



Fig. 199:Chumaceira de Rolamento.

Generalidades

Os rolamentos são dispositivos de peças ou órgãos rotativo, que têm como objectivo minimizar o atrito entre os diversos pontos em contacto. O surgimento dos rolamentos acontece devido à evolução dos equipamentos mecânicos, em virtude das suas velocidades de operação e atrito serem cada vez maiores, uma vez, que as chumaceiras de deslizamento neste aspecto são limitadas.

Os rolamentos podem dividir-se em três tipos principais:

- Esferas (BAll Bearing);
- Rolos (Roller Bearing);
- Cónicos.

Fig. 200: Rolamentos.

As aplicações destes tipos de rolamentos podem ser: Radiais e Axiais.

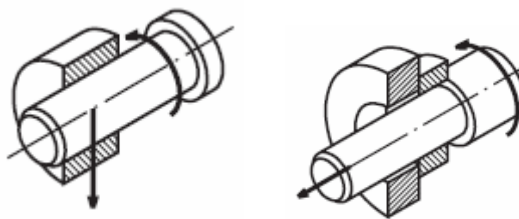



Fig. 201: Aplicação: Radial e Axial.

Características

A aplicação Radial é a mais utilizada nas várias indústrias, tal como na aeronáutica.

Os rolamentos de rolos providenciam só o suporte radial das peças rotativas, podendo também dessa forma, assegurar o seu alinhamento, no entanto não evitam o deslocamento axial.

Os rolamentos de esferas providenciam o suporte radial e também a localização axial das peças rotativas, garantindo o seu correcto posicionamento em todas as condições de operação.

Os rolamentos cónicos providenciam o suporte radial e também o suporte axial das peças, mas este num só sentido, pelo que tem de ser associados aos pares, caso se pretenda a localização axial completa das peças. Esta solução torna-se mais cara do que o uso de rolamentos esféricos, mas permite o suportar cargas mais elevadas.

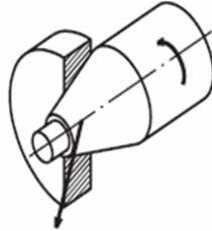



Fig. 202: Aplicação Mista.

A influência da temperatura é sempre um aspecto de grande importância na eficiência de um equipamento. Como tal, é preciso prognosticar as variações de dimensões peças rotativas, principalmente no sentido axial, que acontecem devido às variações de temperatura. Normalmente, para solucionar o problema do apoio de peças rotativas recorre-se ao uso de um rolamento em esferas num apoio, de forma a garantir a posição radial e axial, e outro apoio usar um rolamento de rolos para garantir a posição radial e o alinhamento da peça.

Nota:

No caso de usar só rolamentos de rolos, não existiria imobilização axial e a peça ficaria livre para deslizar de forma axial, saindo dos apoios; se fossem utilizados unicamente rolos de esferas, a imobilização axial em ambos os apoios não permitia margem para contracções e dilatações das peças, devidas às alterações de temperaturas, provocando modificações nas peças ou mesmo a própria ruína dos rolamentos.

Componentes

Os principais componentes para cada tipo de Rolamentos são:

- Anel Exterior (Outer Ring):
  - Onde se encontra maquinada a Pista Exterior (Outer Race ou Raceway), que serve de caminho ou de apoio exterior aos Rolos (Roller) ou Esferas (Ball);
- Gaiola (Cage):
  - Destina-se a manter os Rolos (Roller) ou Esferas (Ball), equidistantes, para que a repartição das cargas seja uniforme por todos eles;
- Anel Interior (Inner Ring):
  - Onde se encontra maquinada a Pista Interior (Inner Race), serve de caminho ou de apoio interior aos Rolos (Roller) ou Esferas (Ball);

Materiais

Os rolamentos normalmente são manufacturados em material de elevada dureza (HRC 60 a 65), devido às cargas que se registam no seu interior, dado que a superfície de contacto entre as esferas (ou rolos) e as respectivas pistas é muito pequena e as cargas suportadas podem ser elevadas.

Armazenagem

A armazenagem e transporte devem ser feitas em sacos de plástico ou contentores apropriados e correctamente identificados. Os rolamentos devem estar sempre protegidos com óleo anti-corrosivo adequado.

Montagem de Rolamentos

Procedimento

⇨ Os Rolamentos devem ser montados nas peças adjacentes com um ajuste apertado, de modo a evitar o deslizamento relativo, em serviço, das superfícies em contacto;

⇨ Estas superfícies deverão possuir um bom acabamento superficial, de forma a facilitar a montagem;

⇨ É conveniente ainda recordar a necessidade da existência de um diferencial e temperaturas, entre o rolamento e as peças adjacentes, garantindo assim, um ajuste leve ou com folga, no momento do seu encaixe.

Aquecimento dos Rolamentos

O aquecimento dos rolamentos ou peças adjacentes, com o objectivo de facilitar a sua montagem, pode ser efectuado através de imersão em banho de óleo aquecido de forma controlada, em forno, jacto de ar quente ou por indução.

Parâmetros

As dimensões, circularidade dos diâmetros dos rolamentos e as peças adjacentes, devem ser confirmadas antes da sua aplicação, de forma a garantir o seu ajuste correcto.

INSPECÇÃO, LIMPEZA E ENSAIO DE CHUMACEIRAS

PRECAUÇÕES GERAIS

Durante qualquer acção de manutenção que envolva rolamentos devem ser observadas algumas precauções, tais como:

- ⇨ Durante toda a operação de inspecção, não permitir que os componentes de um rolamento se misturem com os de outro;
- ⇨ Depois de removido, cada rolamento deve ser colocado num recipiente diferente (excepto se o rolamento for duplo, deve ser colocado no mesmo recipiente);
- ⇨ O manuseamento de rolamento obriga o uso de luvas adequadas;
- ⇨ Devem ser evitados os contactos entre os componentes dos rolamentos, para não lhe originar defeitos.

Inspecção

Sempre que possível, os rolamentos devem ser inspeccionados numa sala com ar condicionado e utilizando ferramenta limpa e adequada.

No caso de inspeccionar um rolamento não separável, deve ser usado um rolamento novo como guia nos testes.

A inspecção a um rolamento é feita de forma:

- Visual;
- Dimensional.

Inspecção Visual

Ao efectuar a inspecção visual de um rolamento e seus componentes, esferas, rolos e superfícies dos canais, são designados superfícies funcionais. As outras são designadas como superfícies não funcionais.

Os valores dos defeitos visualmente inspeccionáveis, a sua descrição, causa provável, bem como limites de inspecção, encontram-se nos manuais de manutenção.

Os defeitos mais comuns observados no rolamento são:

»» Oxidação rápida de superfície (Fretting Corrosion);

»» Descoloração das superfícies (Heat Discoloration);

»» Esfoliação (Galling);

»» Descoloração superficial (Varnishing);

»» Descoloração superficial desde preto a castanho (Stains);

»» Área superficial partida, picada ou descolorida (Áreas of Corrosion or Rust

»» Aspecto brilhante nas esferas, rolos ou canais (True Brinelling);

»» Marcas superficiais ou manchas nas esferas ou rolos (False Brinelling).

»» etc.

Inspecção Dimensional

Ao efectuar uma inspecção dimensional todos os componentes devem estar à mesma temperatura.

Neste tipo de inspecção são usados equipamentos de aferição específicos para cada tipo de inspecção.

REQUISITOS DE LUBRIFICAÇÃO DE CHUMACEIRAS

LUBRIFICAÇÃO

A lubrificação de chumaceiras pode ser efectuada, nas seguintes formas:

- Automática;
- Intermitente;
- Por Imersão;
- Por Chapinhagem;
- Sob Pressão;
- Por Sistema Mecânico Centralizado.

Automaticamente

A rotação do moente provoca a alimentação do óleo lubrificante, que pára quando o veio cessa (lubrificação por anel, por cadeia, etc.).

Nestes sistemas, o óleo é enviado de um reservatório até ao moente, regressando depois praticamente todo ao reservatório.

Intermitente

O óleo é enviado ao moente em períodos de tempos, independentemente da velocidade de rotação. Como exemplos temos a almotolia, por copos ou conta gotas.

Este sistema tem como vantagem ser barato, mas por outro lado, é difícil controlar a forma como a alimentação de óleo é efectuada e não permite recuperação do óleo.

Por Imersão

Neste caso, as superfícies encontram-se totalmente imersas em óleo constituindo o corpo da chumaceira o próprio reservatório. Implica a utilização de empanques, de forma a não permitir o escoamento do óleo.

Por Chapinhagem

A chapinhagem tem elevada aplicabilidade em motores de combustão interna para os moentes das cambotas, em que as extremidades das bielas mergulham no óleo transportando-o para as chumaceiras.

A lubrificação é efectuada de modo contínuo, mas o óleo só é recuperado parcialmente, uma vez que o restante é queimado.

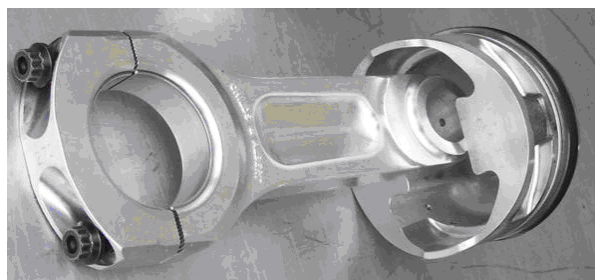



Fig. 203: Biela.

Por Sistema Mecânico Centralizado

Este sistema tem como vantagem a eliminação de lubrificação individual dos diferentes pontos da máquina, mas por outro lado, obriga a uma considerável quantidade de tubagem condutora de óleo.

CARGAS

Existem gráficos com conjuntos de curvas que possibilitam ao projectista elaborar uma selecção do tipo (s) de chumaceira (s) mais adequada (s), para uma determinada aplicação, em função da carga máxima no apoio (eixo das coordenadas) velocidade de rotação do veio ou moente (eixo das abcissas) e diâmetro do veio do moente.

LUBRIFICAÇÃO NO ROLAMENTO

As superfícies em contacto nos rolamentos têm um movimento relativo combinado de rolamento e escorregamento, assim sendo, é um pouco difícil perceber de forma exacta o que se passa no interior de um rolamento.

Quando a velocidade relativa das superfícies de escorregamento é suficientemente grande, sabemos que a acção de Lubrificação é Hidrodinâmica.

Quando se introduz um lubrificante entre duas superfícies em contacto de rolamento puro, o fenómeno que acontece é o designado por Lubrificação Elastohidrodinâmica, isto é, o que ocorre nos dentes das engrenagens, nos rolamentos e nos impulsores das árvores de cames.

Uma vez que o lubrificante se encontra entre duas superfícies em contacto por rolamento, fica então sujeito a elevadas pressões. Este crescente aumento de pressões corresponde a um aumento exponencial da viscosidade, ou seja, provoca uma grande variação de viscosidade no lubrificante de um rolamento.

DEFEITOS EM CHUMACEIRAS E SUAS CAUSAS

VEDAÇÃO

Os alojamentos dos rolamentos devem ser vedados ou selados, de forma a impedir a entrada de lixo ou poeiras e para reter o lubrificante.

Os principais métodos de vedação, são os vedantes de:

- Feltro;
- Retentores comerciais;
- Labirintos.

Danos e Causas

Brinelled

Danos na superfície circular das pistas de rolamento.

Geralmente devida a cargas constantes de choques aplicados aos rolamentos.

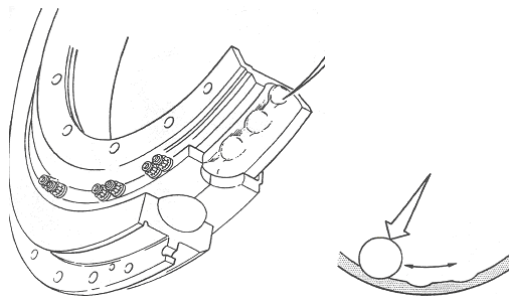



Fig. 204: Brinelled.

Pitted

Pequenos furos de forma irregular na superfície do material.

Geralmente devida a corrosão ou descargas eléctricas.

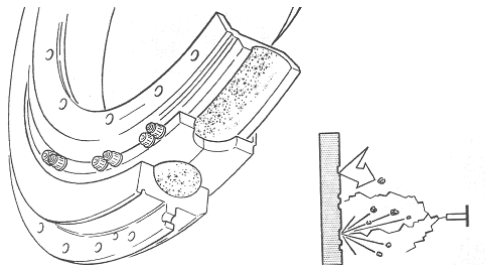



Fig. 205: Pitted.

Desintegrated

Completamente partido aos bocados.

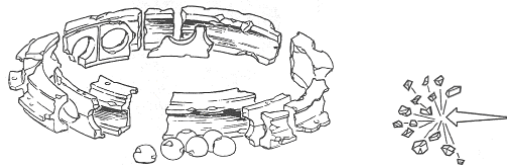



Fig. 206: Desintegrated.

Galleded

Danos causados quando dois materiais são friccionados juntos, a elevada pressão.

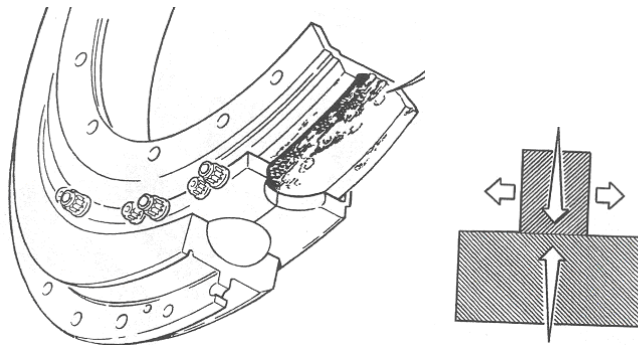



Fig. 207: Página 136.

Pick-up

O material de uma superfície torna-se unido a uma superfície diferente.

São causados geralmente quando duas superfícies são friccionados juntas, sem o lubrificante suficiente.

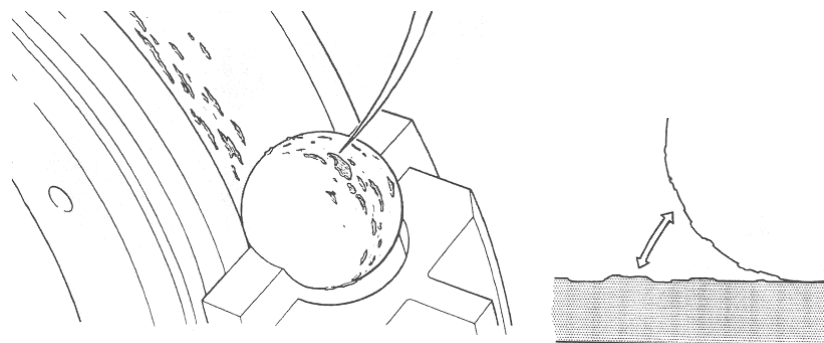



Fig. 208: Pick – up.

EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA

Ao longo do século anterior e nesta década, grandes grupos económicos têm investido na melhoria contínua dos rolamentos, dada a sua influência em qualquer equipamento, motor, etc.

As (**figuras 209 e 210)** permitem observar novos rolamentos com melhores performances (mais fiabilidade).

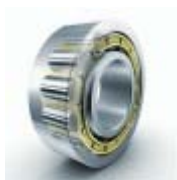



Fig. 209: Rolamento Tubular: Evita o escorregamento.

Fig. 210: Rolamento Axial Oscilante: Melhora Capacidade de Carga, Velocidade e Limite de Fadiga.

A (**figura 211)** permite observar uma nova tecnologia para aferir o estado de funcionamento de um rolamento, ou seja, diagnostica o seu tempo de vida.

Fig. 211: Equipamento de Medição de um Rolamento.

TRANSMISSÕES

SELECÇÃO DO TIPO DE TRANSMISSÃO

Antes de efectuar qualquer cálculo matemático é necessário para seleccionar o tipo de transmissão mais adequado à aplicação pretendida. Assim, a sua selecção está dependente das condições de funcionamento, das exigências e das características específicas de cada tipo de transmissão.

FACTORES DE ESCOLHA

Quando pretendemos seleccionar uma transmissão, necessitamos de saber:

- Condições de funcionamento:
    - Velocidade;
    - Binário;
    - Potência;
- Posição relativa do veio motor e movido;
- Dimensões globais;
- Condições ambientais;
- Precisão do movimento transmitido;
- Tempo de vida da transmissão;
- Custo;
- Fiabilidade;
- Ruído.

INSPECÇÃO EM ENGRENAGENS E FOLGAS (BACKLASH)

PROBLEMAS NOS DENTES DE ENGRENAGEM (GEAR TOOTH TROUBLES)

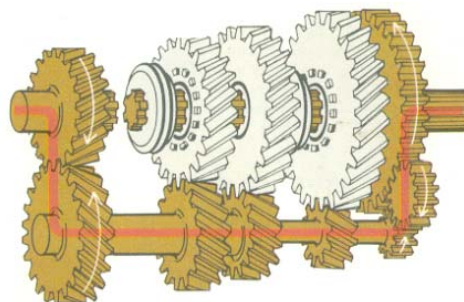



Fig. 212: Engrenagem: Caixa de Velocidades.

Os problemas nos dentes das engrenagens, podem acontecer devido a várias deficiências ou anomalias. De seguida, vamos abordar as mais importantes:

- Falhas Básicas nos Dentes (Basic Tooth failures);
- Dente da Engrenagem (Gear Teeth);
- Ligação (Casing);
- Rolamentos (Bearings);
- Lubrificante (Lubrificant)

Falhas Básicas nos Dentes (Basic Tooth failures)

Alguns tipos de falhas nos dentes são comuns a todos os tipos de engrenagens. A aptidão para reconhecer os sintomas destas falhas ajuda a determinar as causas e requisitos na obtenção da melhor solução.

Dente da Engrenagem (Gear Teeth)

Quando o dente de engrenagem é impreciso (geometria ou construção), pode originar fraca ligação, ruído, super aquecimento, ou falha na face se sobrecarregado.

Ligação (Casing)

Excessiva flexibilidade no encaixe ou ligação, pode produzir um desalinhamento no eixo de engrenagem, provocando um super aquecimento e falha na face ou dente de engrenagem.

Rolamentos (Bearings)

Deficiente ajuste do rolamento pode originar a quebra em serviço, desalinhamento dos eixos, etc.

Lubrificante (Lubrificant)

A utilização de um lubrificante errado resulta numa lubrificação deficiente e um consequente mau contacto entre metais, originando aquecimento e um dano grave.

TIPOS DE FALHA (TYPES OF FAILURE)

Os Danos de Superfície (Surface Damage), são motivados por três tipos de categorias:

- Fissura (cracking) ou "racha", inclui a Picagem (Pitting) e esfoliação (flacking);
- Soldadura das faces de dois dentes engrenados;
- Remoção de material da abrasão.

Nos primeiros dois grupos as causas são normalmente devidas a excesso de pressão ou temperatura. Em ambos os casos são influenciados pelo lubrificante, mas de maneira diferente. Estas diferenças podem ser identificadas por exame a cada tipo de falha.

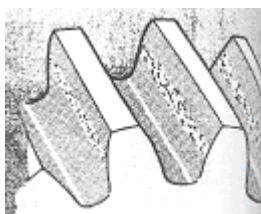



Fig. 213: Picagem (Pitting).

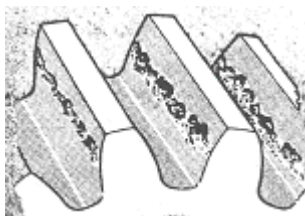



Fig. 214: Falha e Esfoliação (Cracking and Flacking).

Nota:

Quando um dente de uma engrenagem parte os danos normalmente são catastróficos. Se esta anomalia não for detectada rapidamente e corrigida, este dente partido, poderá danificar os restantes dentes dessa mesma engrenagem.

INSPECÇÃO EM POLIAS, CORREIAS, CORRENTES E CARRETOS

Com a simples troca de alguns componentes de uma máquina ou equipamento, conseguimos melhorar o rendimento de um sistema de transmissão, permitindo desta forma resolver problemas como:

- Atrito;
- Desgaste;
- Perda de energia.

Fig. 215: Correia.

Quando pretendemos inspeccionar uma correia de transmissão, implica verificar:

- Tensão da correia;
- Desgaste;
- Cor;
- Condição de encaixe;
- Tempo de vida.

CORRENTES

Vantagens (na sua utilização):

- Meio de transmissão robusto;
- Responde com eficácia a movimentos bruscos de transmissão por impulsos;
- A sua estrutura é relativamente flexível;
- Este equipamento é constituído por pequenos elos, que são elementos rígidos desmontáveis os quais interligados formam a corrente com a configuração seguinte.

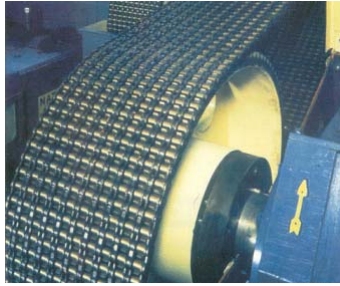



Fig. 216: Correntes.

Quando pretendemos inspeccionar uma corrente de transmissão, implica verificar:

- ⇨ Tensão da corrente;
- ⇨ Desgaste;
- ⇨ Condição de encaixe;
- ⇨ Lubrificação;
- ⇨ Tempo de vida.

CARRETOS

Os carretos são utilizados quando pretendemos transmitir movimentos com precisão de velocidade de rotação como é o exemplo da caixa de velocidades de um automóvel.

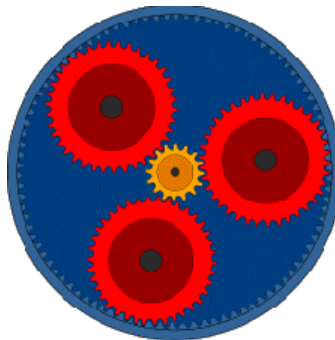



Fig. 217: Carretos.

Quando pretendemos inspeccionar os carretos de transmissão, implica verificar:

- ⇨ Desgaste nos dentes;
- ⇨ Condição de encaixe;
- ⇨ Lubrificação;
- ⇨ Tempo de vida.

INSPECÇÃO DE SEM-FINS, DISPOSITIVOS DE ALAVANCA E SISTEMAS DE TIRANTES

SEM-FINS

O sem-fim é utilizado quando se pretendemos transmitir um movimento repetitivo, durante muito tempo. O carreto da cana de pesca é um exemplo familiar.

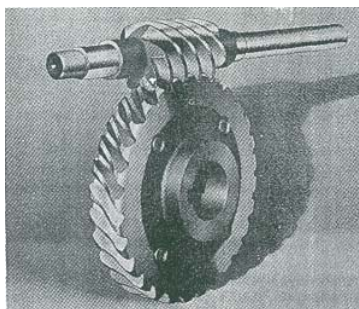



Fig. 218: Sem-fim.

Quando pretendemos inspeccionar um sem-fim, implica verificar:

- Desgaste nos dentes;
- Condição de encaixe;
- Lubrificação;
- Tempo de vida.

TIRANTES

Este equipamento de transmissão é normalmente utilizado nas superfícies de comando. É o mais recomendado para controlo de superfícies de comando, devido à sua segurança, robustez e pela sua sensibilidade aos esforços em ambos os sentidos e sobretudo por ser o menos afectado palas diferenças de temperatura.

Os tirantes têm como inconveniente, a sua aplicação ser limitada a curtas distâncias.

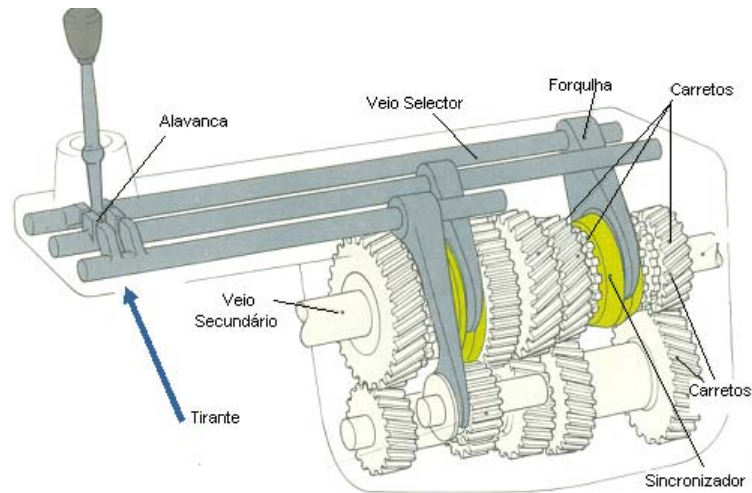



Fig. 219: Caixa de Velocidades: Tirante.

Quando pretendemos inspeccionar um tirante de transmissão, implica verificar:

- Desgaste;
- Folgas;
- Tempo de vida.

ROLDANAS

As roldanas são os meios de apoio mais utilizados na transmissão dos movimentos por cabos de comando.

São normalmente manufacturadas em fibra ou aço, e a sua utilização, depende do local de aplicação.

Vantagens

As roldanas de fibra são as mais utilizadas tendo em conta os seguintes aspectos:

- Baixo custo;
- Normalmente mais leves;
- Não ser atacado pela corrosão.

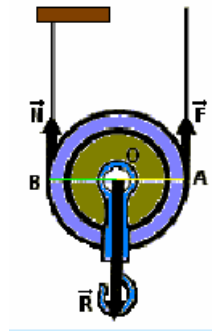



Fig. 220: Roldana.

Quando pretendemos inspeccionar uma roldana, implica verificar:

- Tensão do cabo;
- Desgaste;
- Condição de encaixe;
- Tempo de vida.

CABOS DE COMANDO

GENERALIDADES

Os cabos metálicos tiveram uma grande aplicabilidade na transmissão de comando a partir do cockpit e com destino aos múltiplos órgãos de uma aeronave. Assim, os comandos dos motores, "flaps", "ailerons" e "rudeer", eram integralmente assegurados por cabos nas aeronaves antes da era "fly by wire".

CABOS DE COMANDO

São compostos por vários arames torcidos longitudinalmente, sendo utilizados para transmitir movimentos de um ponto para outro, geralmente, para moverem as superfícies de comando do avião.

O cálculo dos cabos faz-se para a tracção, determinando a resistência à ruptura e utilizando um coeficiente de segurança nunca inferior a 10.

ARAME DOS CABOS

O arame é uma peça metálica em forma de fio, normalmente fácil de dobrar. Em aviação a palavra arame, refere-se a um sólido de secção redonda, também conhecido pelo nome de corda de pino, que é um arame de alta resistência e estanhado para evitar a corrosão.

Os arames para cabos de aço fabricam-se com aços de grande pureza. Segundo a proporção de carbono de aço (0,3 a 0,9%), alcançam os arames (arames de corda de piano) resistência entre 200 a 350 kg/mm^2.

CONSTITUIÇÃO

São constituídos por arames torcidos entre si, formando cordões, que depois de torcidos em volta da alma, formam o cabo.

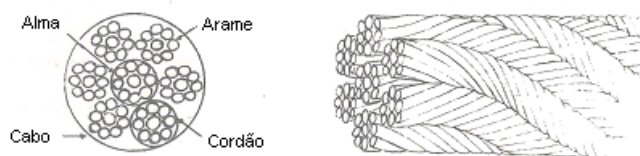



Fig. 221: Constituição do Cabo.

MANUFACTURA

Existem três maneiras de fabricar um cordão de aço:

- O torcido dos arames para formar o cordão pode ser no mesmo sentido que o torcido dos cordões para formar o cabo (A);
- O torcido dos arames para formar o cordão pode ser no sentido contrário que o torcido dos cordões para formar o cabo (B);
- O processo que oferece melhores garantias de anti-deformação, é aquele em que os cordões são alternados com arames torcidos em sentidos opostos, e o sentido de torcido da alma é oposto ao sentido de torcido do cabo (C).

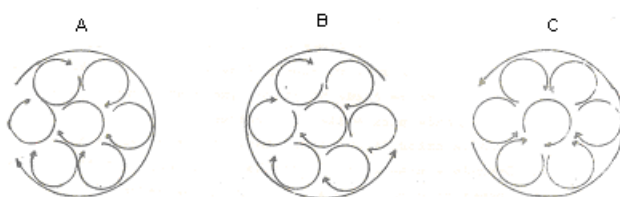



Fig. 222: Torcido Arames e dos Cordões.

IDENTIFICAÇÃO DOS CABOS DE AÇO

Além da sua carga de rotura e sentido de torcido, os cabos são identificados quanto ao número de arames, número de cordões e diâmetro máximo do cabo.

Por exemplo um Cabo de Aço de 7 * 9 com (cm/m):

- É um cabo de aço flexível composto por 7 cordões de 9 arames cada e com um diâmetro de (8m/m);
- O diâmetro é marcado na sua largura máxima, ou seja, o mínimo círculo circunscrito no cabo, conforme se verifica na figura seguinte.

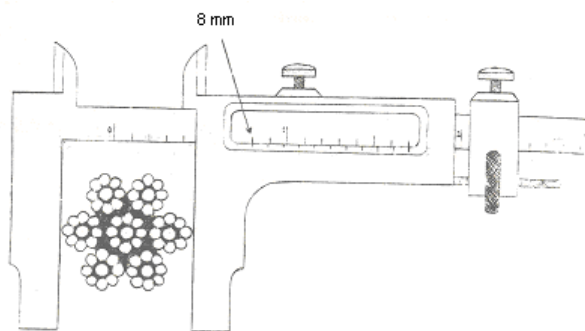



Fig. 223: Medição de diâmetros.

FOLGA DE TERMINAIS

TERMINAIS E ESTICADORES DOS CABOS DE AÇO

Terminais

São peças que apresentam várias formas, sendo utilizados para reforçar as extremidades dos cabos, permitindo a sua eficiente ligação a outras peça.

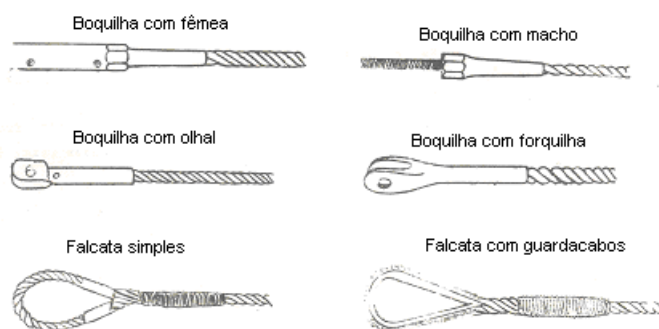



Fig. 224: Diversos Terminais.

Esticadores

São dispositivos para ligar terminais, regular o comprimento e a tensão dos cabos. Consistem em cilindros fêmeas ou machos, roscados em ambos os extremos em sentidos opostos.

Fig. 225: Esticadores.

INSPECÇÃO E ENSAIO DE CABOS DE COMANDO

MANUTENÇÃO

Verificação

Os cabos de comando devem ser cuidadosamente inspeccionados para comprovar se não se apresentam deformados, com arames partidos, com sinais de corrosão, com falta de preservação, etc.

O número de arames contidos, permitido para um determinado comprimento de cabo, está previsto nas especificações correspondentes para a aeronave, variando com os diferentes tipos existentes.

Os cabos que se encontrarem deformados e corroídos serão substituídos, enquanto os que revelarem falta de preservação, devem ser recondicionados.

Tensão

A tensão dos cabos de comando é estipulada para os diferentes tipos de avião, em função de um gráfico corrector das tensões em conformidade com as temperaturas.

O tensímetro é um instrumento especial de medida, utilizado frequentemente em aeronáutica, para medir a tensão dos cabos.

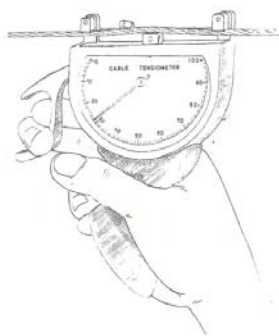



Fig. 226: Tensímetro.

Procedimento:

- O tensímetro é colocado no cabo com dois apoios nos extremos e um apoio se dimensão variável no centro (em função da espessura do cabo);
- Aplicando esforços perpendiculares ao cabo, é fácil verificar qual a força necessária para que o cabo se afaste uma determinada distância da sua posição inicial;
- Essa força indicada no tensímetro, é convertida em tabela própria do tensímetro, para o apoio variável utilizado, dá-nos à força que o cabo está submetido longitudinalmente.

NO. 2		RISER	NO. 2C	NO 3
1/8	3/32	Tension LBS	3/16	1/4
5	7	40	10	16
9	12	60	15	21
13	16	80	20	26
17	20	100	25	31
21	24	120	30	35
24	28	140	35	39
27	32	160	39	43
30	36	180	43	47
33	39	200	47	51
36	42	220	50	54
39	45	240	53	57
42	48	260	56	60
44	51	280	59	63
46	53	300	62	65
48	56	320	65	68
50	58	340	68	71
52	60	360	71	73
54	62	380	73	75
56	64	400	75	78
58	66	420	77	80
60	68	440	79	82
61	70	460	81	84
63	72	480	83	86
65	74	500	85	88
66	76	520	87	90
67	77	540	89	92
69	79	560	91	94
71	81	580	93	96
72	82	600	94	97

Tabela 12: Valores de Tensão.

Para que possa ser utilizada qualquer temperatura ambiente aquando da regulação e verificação de cabos, é necessário consultar um gráfico idêntico ao da (**tabela 12)**, onde em função do diâmetro do cabo e da tensão indicada pelo construtor, se pode projectar à tensão a aplicar à temperatura ambiente.

Quando a tensão dos cabos de comando não corresponder à indicada pelo fabricante, é necessário actuar nos esticadores, rodando-se, variando a força exercida nos cabos.

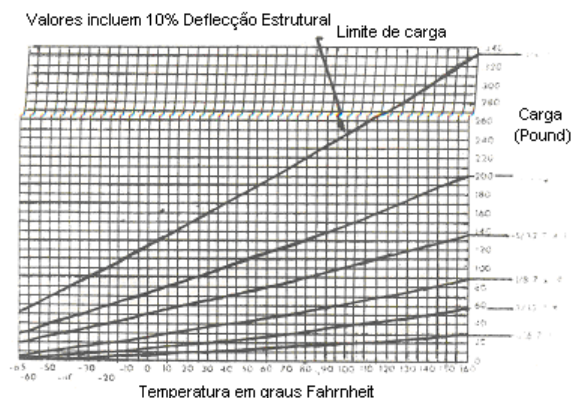



Tabela 13: Tensão em função da Temperatura.

Ensaio dos Cabos

Depois da manufactura e antes da montagem de cabos nos aviões deverá proceder-se ao necessário ensaio de carga. Existe para esse fim a tabela que a seguir se indica, elaborada com base nas exigências da especificação MIL-C-56S8A e que corresponde a cerca de 60% da carga mínima de rotura dos cabos.

Cabos	Carga de Ensaio	
	Aço Carbono	Aço Inoxidável
1/16 – 7 x 7	228 Lb (130 kg)	228 Lb (130 kg)
3/32 – 7 x 7	525 Lb (250 kg)	525 Lb (250 kg)
1/8 – 7 x 19	1200 Lb (544 kg)	1050 Lb (480 kg)
5/32 – 7 x 19	1680 Lb (726 kg)	1430 Lb (650 kg)

Tabela 14: Ensaio de Cabos.

Frenagem

Antes de se aplicar os arames de frenar, ambos os terminais roscados devem ser aparafusados a igual distância no tambor do esticador e de forma que mais de três roscas não sejam visíveis de cada lado.

Existem várias maneiras de frenar os esticadores, passaremos a exemplificar os dois métodos correntes.

A (**figura 227**) exemplifica uma frenagem simples com um só arame, cruzando-se em lados opostos do esticador. Depois de completado o circuito o arame é torcido junto ao furo do esticador.

Fig. 227: Frenagem de Esticadores.

A (**figura 228**) exemplifica uma frenagem de dois arames torcidos nos terminais. Passa-se dois arames de frenar através do orifício do esticador, dobrando-se para o lado dos terminais. As extremidades dos arames passam através do orifício do esticador ou nos dentes da forquilha, dobrados para o centro do esticador e cada um enrolado quatro vezes à volta da haste, apertando os fios no seu devido lugar.

O diâmetro correcto do arame de frenar depende do diâmetro do cabo, sendo normalmente calibrado pelos furos nos esticadores e terminais.

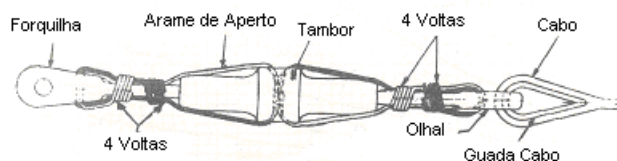



Fig. 228: Frenagem de Esticadores.

Preservação

Para evitar a corrosão e o desgaste os cabos são protegidos com materiais anti-corrosivos, isolando-os da acção exterior, lubrificando-os ao mesmo tempo, para diminuir o desgaste.

Apesar de haver materiais de utilização comum, normalmente cada fabricante indica o produto mais referenciado para o tipo de cabo a preservar.

INSPECÇÃO DE SISTEMAS DE COMANDOS FLEXÍVEIS DE AERONAVES

A inspecção dos cabos tem como objectivo principal procurar desgastes principalmente nas zonas de trabalho de roldanas e verificar fios partidos.

"Deficiências Permitidas":

- O Cabo 7 x 19:
  - Pode ter 6 fios partidos por polegada;
- O Cabo 7 x 7:
  - Pode ter 3 fios partidos por polegada.

Verificação da Tensão:

Em função da Temperatura, afere-se com um tensímetro se a tensão é a recomendada pelo construtor.

Dimensionamento:

Para dimensionar cabos, calculamos a resistência do material de fabricação aos esforços a serem suportados por esses cabos. É necessário verificar o nível de resistência dos materiais à ruptura. Os tipos, características e resistência à tracção dos cabos de aço são apresentados nos catálogos dos fabricantes da especialidade.

TRABALHOS DE CHAPA

MARCAÇÃO DE CHAPAS

GENERALIDADES

As estruturas das aeronaves são compostas por diversas chapas metálicas, que na sua elaboração ou manufactura, são submetidas a várias operações de forma a obter o perfil pretendido. As operações de maior aplicabilidade são:

- ⇨ Operação através de separação da matéria:
    - o Corte, entalhe e recorte;
- ⇨ Operação para modificação da forma:
    - o Quinagem, enrolamento e estampagem.

A alteração de forma de uma chapa é uma operação que requer alguns cuidados, por vezes, é difícil distinguir onde inicia e acaba uma destas modificações de forma. Uma chapa é deformada com raios internos de curvatura bastante pequenos, podendo variar de zero a oito vezes a espessura da chapa (R_i<8e), sendo operação designada por Quinagem. Por outro lado, se o raio da quinagem for superior a esse valor (R_i>8e), a operação é designada por Enrolamento.

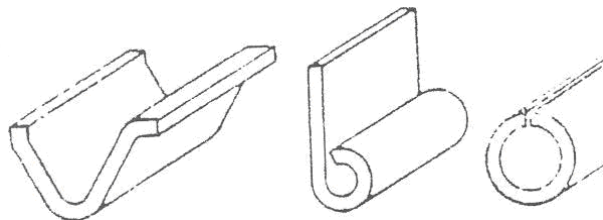



Fig. 229: Trabalho de Dobragem.

A estampagem é uma operação em que a alteração da forma da chapa só é possível de realizar em ligas metálicas em que o material é homogéneo, dúctil, maleável, de grão fino e com um bom acabamento superficial. Esta operação é caracteriza-se pela existência de vários raios internos de dobragem em simultâneo, que são feitos através de uma prensagem da chapa no interior de moldes ou ferramentas.

AVALIAÇÃO DE UMA LIGA

Os materiais metálicos e suas ligas possuem várias propriedades que os caracterizam, sendo de salientar:

- ⇨ Carga de Rotura, Dureza e Módulo de Young.

Conhecer a maior ou menor capacidade que uma liga possui para ser sujeita a uma deformação, é aspecto de extrema relevância no comportamento de um material e é uma tarefa por vezes difícil e dispendiosa. Actualmente, os vários tipos de Ensaios Mecânicos (destrutivos ou não destrutivos) permitem avaliar melhor e em menos tempo as características dos materiais, proporcionando uma maior eficiência.

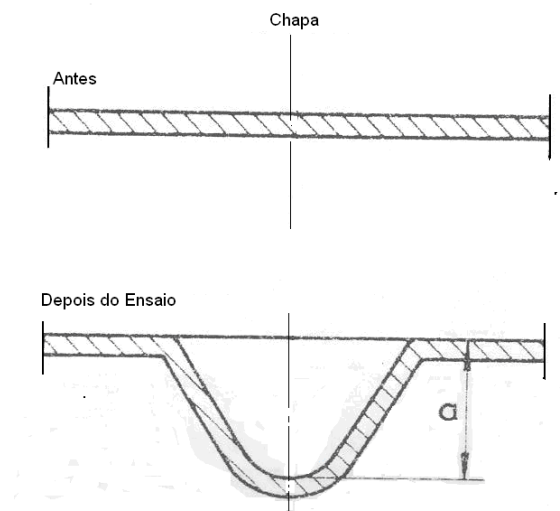



Fig. 230: Ensaio de Ericksen.

O parâmetro (**a**), é a profundidade de penetração.

PREPARAÇÃO DA CHAPA PARA QUINAGEM

Para construir um perfil a partir de uma chapa implica um estudo prévio com a finalidade de planificar o perfil requerido, calculando as medidas de corte, as quais terão que ter em consideração as dimensões do perfil e raios de curvatura, de forma a reduzir ao máximo os custos.

Posição da Linha Neutra (y)

O conhecimento da posição da linha neutra (y) e da sua importância na elaboração um perfil a partir de uma chapa, é um factor determinante no resultado final.

A linha neutra pode ser definida como a linha de fibras que não pode ser estirada nem comprimida, para que seja adequada no cálculo da planificação de um perfil.

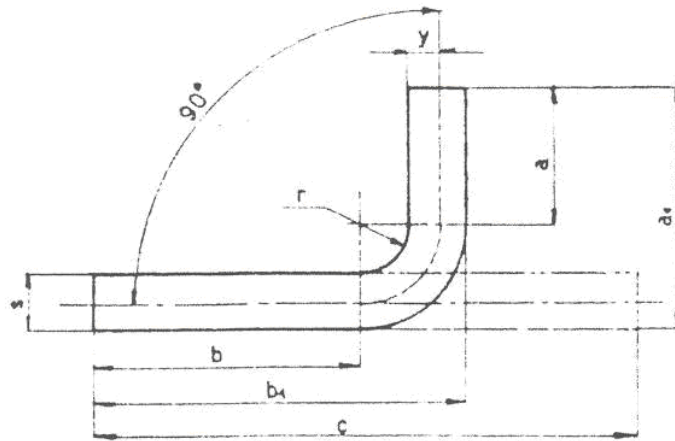



Fig. 231: Esboço inicial.

$$y = 2\frac{(c-a-b)}{\pi} - r$$

Cálculo do Desenvolvimento da Chapa

Antes de iniciar a dobragem da chapa é necessário proceder ao cálculo das dimensões para corte e traçagem do plano. Esta operação de cálculo teórico por vezes não é exacta, com tal, é recomendável a sua verificação em pelo menos duas peças.

A maior dificuldade na obtenção das dimensões da chapa necessária para elaborar uma peça, resume-se à determinação da fibra (linha) neutra. Assim, nas secções rectas o comprimento a considerar é o real, mas quando se tratar das zonas quinadas é produzida uma deformação do material, que depende do raio de quinagem e da espessura da chapa, a qual condiciona o comprimento de chapa a ter em conta.

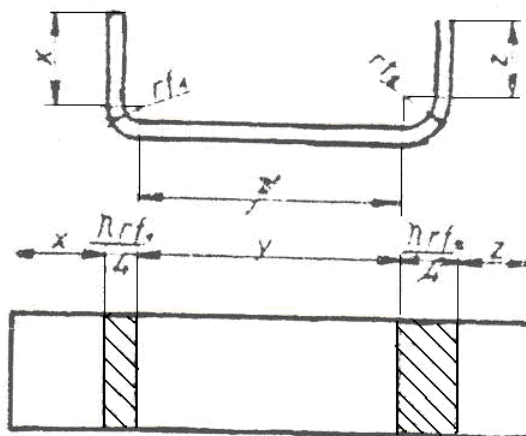



Fig. 232: Chapa a considerar.

O comprimento de chapa obrigatório para construir os raios de quinagem ou raio de obra da fibra neutra é o seguinte:

»» $R_1=R+\mathbf{a}+e/2$;

Em que **a**, é um factor de correcção a aplicar:

Factor de Correcção						
r/e	**Até 0,5**	**0,8**	**1,2**	**2**	**3**	**4**
a	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

Fig. 233: Factor de correcção a.

No caso de quinagens standard a 90º, existem tabelas em que em função do raio de quinagem e da espessura da chapa, nos fornecem valores correspondentes par o comprimento de chapa plana que teremos de requerer.

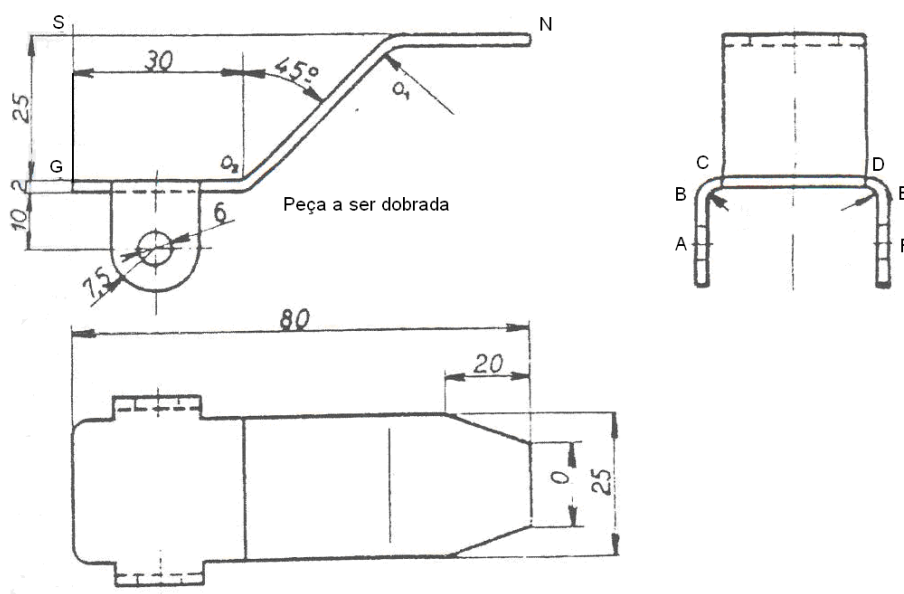



Fig. 234: Peça Planificada.

No final, chegaríamos às seguintes dimensões:

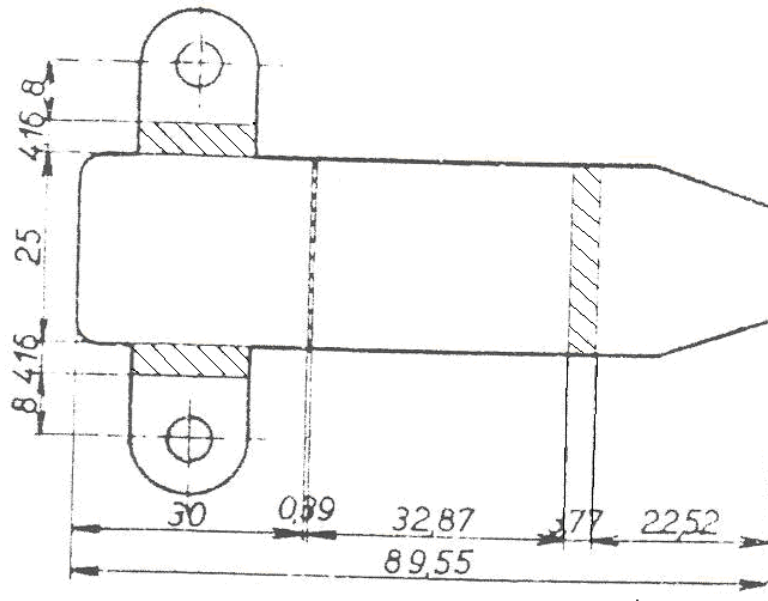



Fig. 235: Peça Final.

Para quinagens de 90º, o factor K é dado por:

⇨ Valores de k para dobras de 90º de chapas até 4mm de espessura.

Espessura e	**Raios Interiores**							
	0,5 e	**0,5 e**	**e**	**2 e**	**3 e**	**4 e**	**5 e**	**10 e**
0,5	0,77	0,8	0,88	1,07	1,28	1,49	1,70	2,76
0,8	1,23	1,28	1,41	1,72	2,04	2,38	2,72	4,42
1,0	1,54	1,60	1,76	2,15	2,56	2,98	3,40	5,53
1,2	1,84	1,92	2,12	2,58	3,07	3,57	4,08	6,63
1,5	2,31	2,40	2,65	3,22	3,84	4,47	5,10	8,29
2,0	3,08	3,20	3,53	4,30	5,12	5,96	6,80	11,06
2,5	3,85	4,00	4,42	5,37	6,40	7,45	8,50	13,82
3,0	4,62	3,80	5,30	6,45	7,68	8,94	10,20	16,59
3,5	5,39	5,00	6,19	7,52	8,96	10,43	12,90	19,35
4,0	6,16	6,40	7,07	8,60	10,24	11,992	13,60	22,12

Fig. 236: Espessura (e) VS Raios Interiores.

TRAÇAGEM DA CHAPA

Depois de cortada a chapa nas medidas calculadas, é necessário preparar a peça para quinagem, marcando na sua superfície as linhas onde deverá ser feita a quinagem. Existe ainda outra opção, que é a utilização de batentes na quinadora, prescindindo deste modo a necessidade de traçagem da chapa.

Estes dois processos são diferentes, como tal sempre que efectue a quinagem de uma peça traçada, é normal fazer todas as quinagens de seguida, se por outro lado, utilizarmos batente é normal fazer a quinagem de todas as peças e depois passar para a quinagem seguinte.

Exemplo Prático

Em chapa de liga de alumínio com espessura 0,32", utilizando um esquadro e escala metálica, trace levemente com um lápis uma figura rectangular com as dimensões apresentadas na (**figura 239)**.

Proceda depois ao corte da chapa numa guilhotina, no caso de excesso de material, terá que a rectificar a esquadria, utilizando para o efeito uma lima murça paralela de 8".

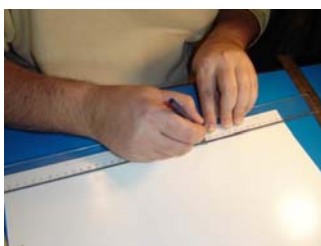



Fig. 237: Esboço inicial.

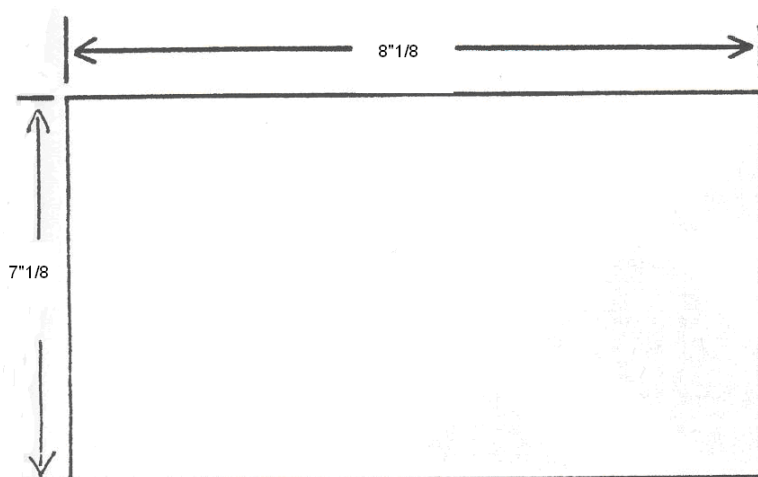
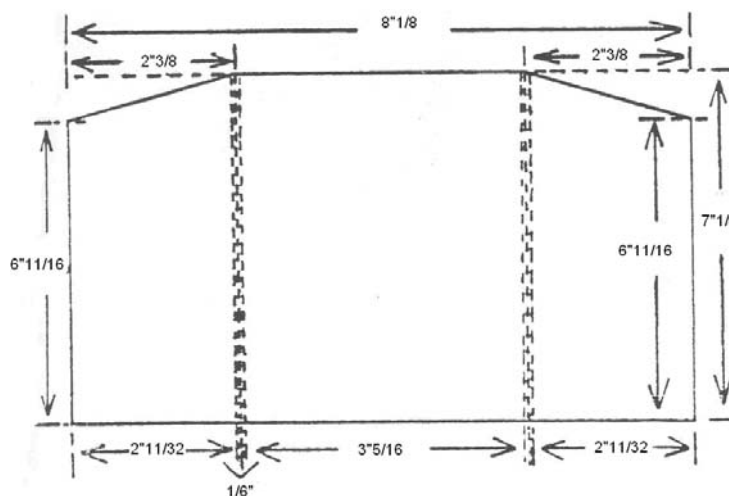



Fig. 238: Dimensões da chapa.

De seguida, a chapa vai ser preparada para executar a dobragem, para isso, é necessário fazer a marcação e traçagem da figura seguinte.

Deve ter em consideração que as cotas que determinam o trabalho têm de ser rigorosamente observadas.

Efectue as traçagens a lápis, de forma a não viçar.

TRABALHOS DE CHAPA, DOBRAGEM E MOLDAÇÃO

GENERALIDADES

A técnica de dobragem ou quinagem permite obter peças de formas planificáveis, com dobras obrigatoriamente rectilíneas. A norma NF E 01 – 000, regulamenta este tipo de operação. São utilizadas duas técnicas.

Dobragem Sem Apoio

A ferramenta de quinar actua sobre a chapa colocada numa matriz em V, de ângulo inferior ao da dobra que se pretende obter. Esta dobra forma-se com maior ou menor abertura, conforme o ferro de quinar desce mais ou menos.

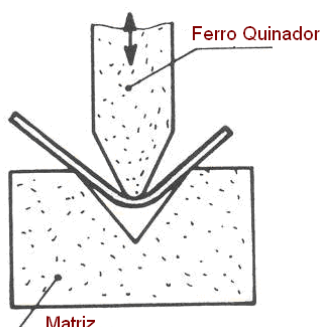



Fig. 239: Dobragem sem apoio.

Dobragem Com Apoio

O ângulo da matriz é sensivelmente igual àquele que se pretende obter. O ferro de quinar é mais largo e tem o mesmo ângulo. No sítio da dobra, a espessura da chapa diminui, e a redução verificada, depende do raio R de dobragem, da espessura e do material.

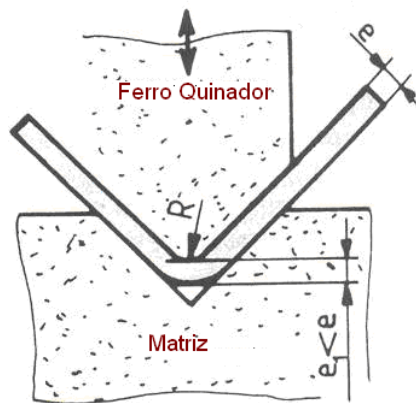



Fig. 240: Dobragem com apoio.

RAIO MÍNIMO DE DOBRAGEM

Chapas Laminadas a Quente

No **Anexo B – Trabalhos em Chapa** (**Tabela 1**), permite observar os Raios Mínimos de Dobragem.

Estes valores são válidos para ângulos de dobragem não superiores a 90º.

(*) Chapas de espessura inferior a 3mm só são fabricadas nas qualidades E 24 – 1, E 24 – 2, E 24 – 3, E 26 – 2 e E 36 – 2.

(**) T – Dobra Transversal: perpendicular ao sentido da laminagem.

L – Dobra Longitudinal: paralela ao sentido da laminagem.

Chapas Laminadas a Frio

$R \geq e$

ESFORÇO DE DOBRAGEM

O esforço (F) a aplicar depende:

- ⇨ Material;
- ⇨ Espessura;
- ⇨ Peça requerida:

Numa peça com $R_m \approx 458N/mm^2$:

»» Dobragem Sem Apoio: $F \approx 75KN/mm/m$;

»» Dobragem Com Apoio: $F \approx 300KN/mm/m$.

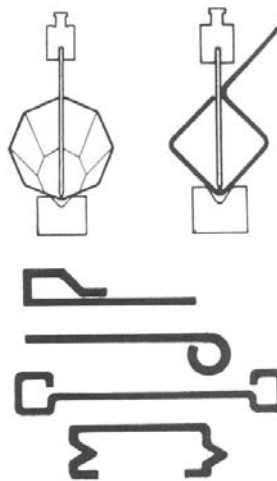



Fig. 241: Várias Dobragens.

TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

Depois da deformação, a dobra abre ligeiramente por efeito da elasticidade residual:

»» Dobragem Sem Apoio: 2 a 3º;

»» Dobragem Com Apoio: 0,5 a 2º.

Posição da dobra:

$\pm 0{,}1$ a $\pm 0{,}2mm \quad para \;\; 1 < e \leq 0{,}4mm$

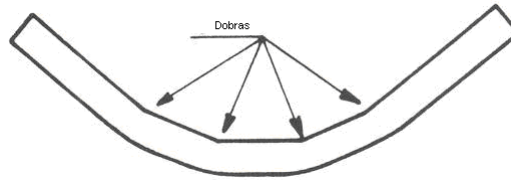



Fig. 242: Operação de Dobragem.

INSPECÇÃO DE TRABALHOS DE CHAPA

Quando pretendemos inspeccionar trabalhos feitos em chapa, implica verificar:

- Dimensões pretendidas;
- Estado das dobras da chapa;
- Estado da superfície das chapas.

SOLDADURA E LIGAÇÃO POR COLAGEM

MÉTODOS DE SOLDADURA

INTRODUÇÃO

Generalidades

A soldadura constitui um dos processos de fabricação mecânica mais utilizado em todo o mundo. Neste capítulo são descritos alguns dos processos mais comuns da tecnologia da soldadura. Apresentam-se ainda algumas tabelas com a terminologia dos processos e das posições de soldadura, de modo a permitir a sua descodificação, uma vez, que tal terminologia aparece frequentemente nos textos originais apenas sob a forma de abreviaturas ou acrónimos. No Glossário de Soldadura, os termos são definidos em inglês, sendo também fornecida a sua tradução em "português europeu" e vice-versa.

Definição

Soldadura *(welding)*

É um processo para ligação de peças metálicas por acção do calor, de modo a provocar a coalescência ou fusão, entre dois ou mais metais.

Esta ligação pode ser efectuada com ou sem um metal exterior (***metal de adição* ou *filler metal***) ou com ou sem a aplicação de pressão. A ligação resultante (**soldadura, ou *weld***) constitui, assim, uma ligação homogénea entre duas ou mais peças metálicas, em que a resistência da **junta metálica *(welded joint)***, é entendida aqui, como a capacidade para suportar acções interiores ou exteriores tendentes a provocar a sua deformação, é igual ou superior à resistência do **metal de base *(base metal)***.

Fig. 243: Soldadura.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

Quanto ao processo de execução, pode ser feito de forma:

- Manual;
- Semi-automática;
- Automática.

Manual (*Manual*):

O avanço da soldadura *(welding advance)* e a taxa de deposição do metal de adição *(melting rate)* são controlados manualmente pelo operador. Como exemplo, temos:

⇨ A soldadura com eléctrodo revestido.

Semi-automática *(Semiautomatic)*;

A taxa de deposição do metal de adição é controlada pela máquina, mas o avanço da soldadura é controlado pelo operador. Como exemplo, temos:

⇨ A soldadura MIG ou TIG manual**.**

Automática *(Automatic)*:

A taxa de deposição do metal de adição e o avanço da soldadura são controlados pela máquina. Como exemplo, temos:

⇨ A soldadura MIG ou TIG executada por robôs.

PROCESSO E TERMINOLOGIA

Relativamente ao processo e terminologia, a soldadura pode ser:

- A Soldadura Autogénea;
- *A* Brasagem (*Brazing*).

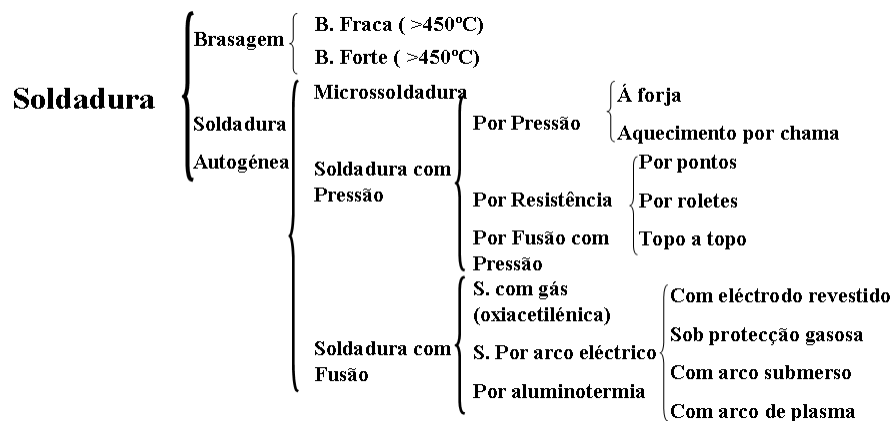



Fig. 244: Processo e Terminologia.

Brasagem (Brazing)

Neste tipo de soldadura não há fusão das peças a soldar. A soldadura obtém-se por adição de um metal no estado líquido. A temperatura de fusão do metal utilizado para obter a união é inferior à do metal a unir.

A Brasagem (**Brazing**), pode ser:

- Brasagem Forte;
- Brasagem Fraca (por vezes designadas, incorrectamente, "soldagem").

Brasagem Forte

A temperatura de fusão do metal de adição é superior a 450 °C (840 °F).

Brasagem Fraca

A temperatura de fusão do metal de adição é inferior a 450 °C (840 °F).

Processos ou Métodos mais comuns:

- ⇨ Soldadura com eléctrodos revestidos (SER);
- ⇨ Soldadura com arco e protecção gasosa ou soldadura MIG (MIG/MAG);
- ⇨ Soldadura por Arco com Eléctrodo de Tungsténio com Protecção Gasosa ou Soldadura TIG;
- ⇨ Soldadura Eléctrica por Arco com Fio Fluxado (SFF);
- ⇨ Soldadura por Arco Submerso (SAS);
- ⇨ Soldadura por Electroescória (SEE).

Soldadura Autogénea

Neste tipo de soldadura procede-se à fusão dos bordos das peças a ligar. A soldadura pode ser executada com ou sem metal de adição, cuja temperatura de fusão será semelhante à do metal base.

Normalmente, na FAP a soldadura Autogénea que tem maior aplicabilidade:

- Soldadura Oxiacetilénica;
- Soldadura Eléctrica.

Soldadura Oxiacetilénica:

A fusão dos bordos das peças e da vareta de metal de adição obtém-se pela chama resultante da combustão de uma mistura de acetileno e de oxigénio em proporções sensivelmente iguais. Os dois gases são inflamados à saída de um maçarico.

Soldadura Eléctrica:

Este processo baseia-se na grande quantidade de calor que se desenvolve entre as superfícies a unir e o eléctrodo, quando o circuito eléctrico é fechado. A intensidade de corrente eléctrica é suficientemente forte para fundir o material, produzindo a soldadura.

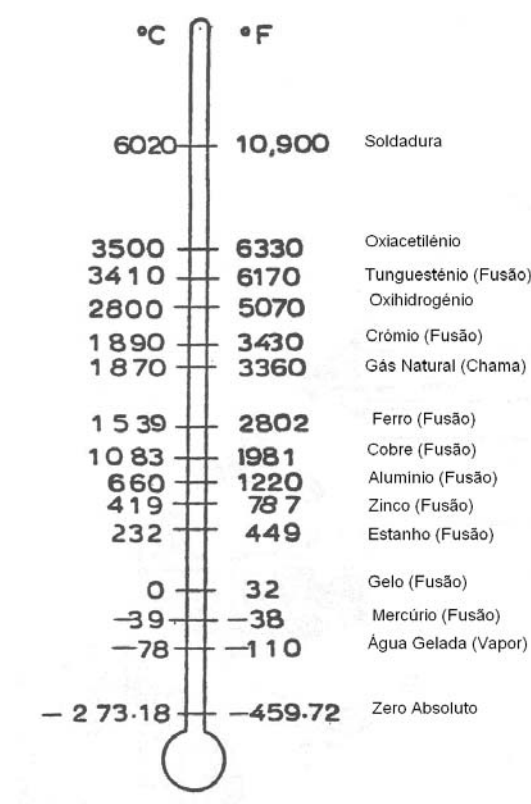



Fig. 245: Temperaturas de fusão de metais.

Classes de Soldadura

Segundo a sua aplicação prática:

- Soldadura de Manutenção;
- Soldadura de Produção.

Soldadura de Manutenção:

É um meio ainda muito utilizado para prolongar a vida útil das peças de máquinas e equipamentos.

Soldadura de Produção:

É realizada dentro de condições favoráveis, isto é: (4)

- ⇨ As especificações são determinadas;
- ⇨ Os equipamentos apropriados encontram-se disponíveis;
- ⇨ A composição química do metal de base é conhecida;
- ⇨ Bem como os parâmetros em que se deve operar.

INSPECÇÃO DE JUNTAS SOLDADAS

DEFEITOS NOS CORDÕES DE SOLDADURA

São vários os defeitos que podem ser encontrados num cordão de soldadura, mas é normal serem divididos em dois grupos:

- Defeitos Dimensionais;
- Defeitos Estruturais.

Defeitos Dimensionais:

- ⇨ Desalinhamento;
- ⇨ Contracção;
- ⇨ Instabilidade;
- ⇨ Perfil do cordão imperfeito
- ⇨ Tamanho incorrecto do cordão.

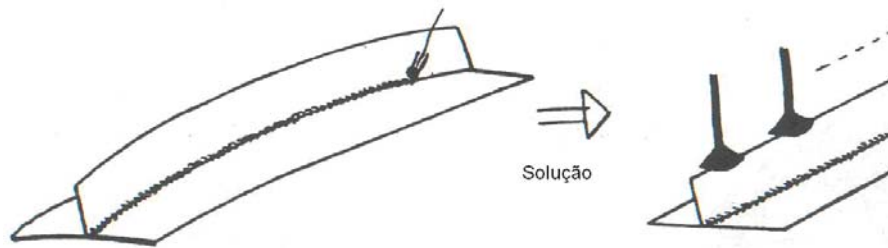



Fig. 246: Deformação ou Contracção Longitudinal.

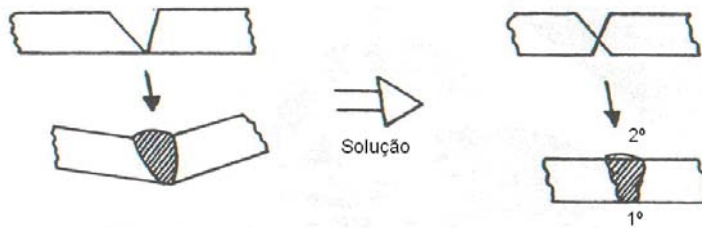



Fig. 247: Deformação Angular.

Defeitos Estruturais:

- Tridimensionais:
  - Descontinuidades metalúrgicas;
  - Inclusão de escória;
  - Porosidade;
  - Falha de penetração.

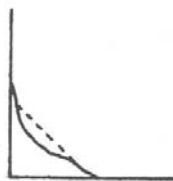



Fig. 248: Concavidade Excessiva. Fig. 249: Perna Insuficiente. Fig. 250: Inclusão de Escória.

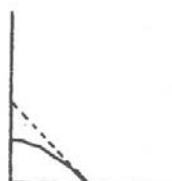
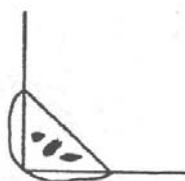
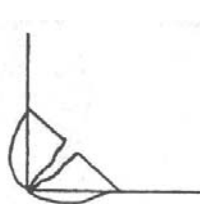



Fig. 251: Fenda Longitudinal. Fig. 252: Fendas Radiais.

INSPECÇÃO DE CORDÕES DE SOLDADURA

Quando pretendemos inspeccionar cordões de soldadura, implica efectuar um teste não destrutivo de integridade de estruturas (NDT). Os mais comuns são os seguintes:

- ⇨ Ensaio Visual;
- ⇨ Líquidos Penetrantes;
- ⇨ Partículas Magnéticas.

MÉTODOS DE LIGAÇÃO POR COLAGEM

INTRODUÇÃO

A colagem estrutural consiste em efectuar a ligação de componentes através do uso de adesivos. Os adesivos são substâncias de natureza polimérica possuindo características visco-elásticas, utilizados para unir dois materiais sólidos ao longo das respectivas superfícies. Um adesivo pode englobar dois ou mais constituintes que são misturados, antes da aplicação sobre a superfície a unir.

Na altura da aplicação o adesivo deve molhar bem a superfície. O ângulo de contacto para um dado adesivo, é em regra, tanto menor quanto maior for a energia de superfície do sólido, é por esta razão, que os metais e os cerâmicos são relativamente mais fáceis de colar que os plásticos e outros poliméricos.

Após a sua aplicação o adesivo sofre um processo de cura (tempo necessário até se transformar em sólido). A cura pode ocorrer por vários processos sendo as principais variáveis:

- ⇨ A temperatura, a pressão e tempo de operação.

Um adesivo típico tem a capacidade de unir materiais iguais ou diferentes, sem alteração da sua composição química.

Requisitos básicos de um adesivo:

- ⇨ Fluidez no estado inicial;
- ⇨ Boa molhagem das superfícies a unir;
- ⇨ Capacidade de formar, por cura um sólido ou um gel de alta viscosidade, resistente e estável numa gama útil de temperaturas.

A natureza e estado das superfícies a colar condicionam fortemente a eficiência da união adesiva. Os tratamentos da superfície incluem desengorduramento, abrasão e ataque químico ou electroquímico.

Parâmetros que influenciam as características da ligação por adesivos:

- Comprimento da zona de sobreposição;
- Largura da junta;
- Espessura do adesivo.

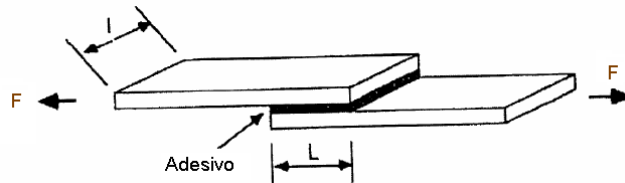



Fig. 253: Juntas sobrepostas coladas.

O comprimento da zona de sobreposição tem influência para gamas pequenas em que a resistência ao corte varia substancialmente com este valor. A partir de determinado comprimento a variação é ínfima e a influência pode considerar-se desprezável.

A largura da junta é directamente proporcional à resistência ao corte. A espessura ideal de um adesivo depende do seu tipo e pode variar com o tipo de carregamento a que o provete é sujeito.

VANTAGENS E DESVANTAGENS

A utilização dos "*Adesivos e Colas*" aumenta diariamente, uma vez, que proporcionam facilidades de união de peças, mas não devem ser considerados como solução universal dos problemas.

Vantagens "*Adesivos e Colas*":

- União de peças com espessuras diferentes;
- União de materiais diferentes:
    - Madeira a metal, plástico a metal, etc;
- Uniões estanques e isolantes;
- Quando a cola é flexível há boa resistência à fadiga;
- União a frio (conforme colas);
- Redução de peso face às ligações por rebites, parafusos e outras;
- Redução de custos.

Desvantagens "*Adesivos e Colas*":

- Preparação das superfícies:
    - Desengordurامento, tratamento das superfícies;
- Pouca resistência:
    - As peças metálicas são sub-utilizadas;
- As colagens são sensíveis a diferenças de coeficiente de dilatação dos materiais:
    - Tensões internas;
- As uniões por colagem ainda hoje são de pouca confiança.

CONCEPÇÃO

Os quatro tipos possíveis de solicitação sobre a colagem são:

- Tracção;
- Corte;
- Clivagem;
- Arranque.

Fig. 254: Máquina de Tracção: Ensaio ao Corte.

Fig. 255: Provete em aço carbono ST37.

Entre os quatro tipos possíveis de solicitação sobre a colagem deve evitar as de:

- Clivagem;
- Arranque.

INSPECÇÃO DE JUNTAS COLADAS

Quando pretendemos inspeccionar uma junta colada, implica verificar:

- ⇨ Dimensões pretendidas;
- ⇨ Tipos de esforços desenvolvidos;
- ⇨ Possível humidade nas juntas;
- ⇨ Estado da superfície das juntas;
- ⇨ Rever a temperatura de funcionamento.

PESAGEM E CENTRAGEM DE AERONAVES

O peso e centragem das aeronaves são de vital importância, cada mecânico responsável pela sua manutenção deve estar inteiramente ciente que é da sua responsabilidade fornecer ao piloto toda a informação actual e exacta do peso real do avião e a posição do seu centro de gravidade.

O piloto tem a responsabilidade de conhecer o peso da carga, a posição do CG, o peso permissível máximo, e os limites do CG da aeronave.

O peso e o relatório de centragem devem incluir uma listagem do equipamento, mostrando os pesos e braços do momento de todos os artigos de equipamento requeridos e opcionais incluídos no peso vazio certificado.

Quando se submete uma aeronave a acções de manutenção extensivas ou a alterações importantes, deve ser repesada e um registo novo de centragem iniciado.

Uma aeronave impropriamente carregada, além da fadiga, que pela instabilidade, pode causar ao piloto, pode tornar-se extremamente perigosa. Há dois métodos básicos usados em aviação para calcular/determinar o peso e centragem de uma aeronave, a saber: cálculo numérico e folha de carga.

CÁLCULO NUMÉRICO

O peso de uma aeronave carregada e a distribuição da carga dentro desta são de vital importância para o piloto.

O carregamento impróprio de uma aeronave contribuirá para tornar mais reduzidas as velocidades de cruzeiro, mais pobres as características de aterragem, e poderá criar uma situação perigosa a velocidades baixas de descolagem e aterragem.

Devido a esta responsabilidade, o piloto tem que ser conhecedor dos princípios gerais do cálculo do peso e da centragem de uma aeronave.

DEFINIÇÕES

Para a compreensão dos princípios do peso e centragem é necessário a familiarização com os seguintes termos:

Peso Standard em Vazio (Standard Empty Weight):

Peso da aeronave resultante do peso da estrutura (é geralmente constituída por cinco partes: fuselagem, asas, superfícies estabilizadores, superfícies de controlo de voo e trem de aterragem, nos helicópteros fazem parte da estrutura a fuselagem, o rotor principal, caixa de transmissão e trem de aterragem) da aeronave, motor ou motores, todo o equipamento essencial assim como o combustível e óleo não drenáveis.

Peso Básico em Vazio (Basic Empty Weight):

Peso da aeronave resultante da soma do peso standard em vazio com o peso do equipamento extra e/ou opcional (equipamento opcional ou extra: todos os instrumentos adicionais, equipamento de rádio, etc., instalados mas que não fazem parte do equipamento standard, também fazem parte deste item o lastro fixo da aeronave, liquido de arrefecimento do motor, fluidos hidráulicos e de degelo).

Carga Útil (Useful load or Disposable load):

Faz parte desta, toda a carga que é removível da aeronave, ou seja não é parte integrante da aeronave tais como combustível utilizável, tripulação, passageiros, bagagem e carga.

Carga Paga (Payload):

Fazem parte desta a tripulação, passageiros bagagem e carga.

Peso Operacional Básico (Basic Operational Weight):

Peso da aeronave equipada para o voo, incluindo os pesos constantes (tripulação, bagagem, óleo, etc.). Não inclui combustível utilizável.

Combustível Utilizável (Usable Fuel):

Combustível avaliado para uma dada missão.

Peso sem Combustível (Zero Fuel Weight):

Peso da aeronave sem o peso do combustível utilizável.

Peso Total Operacional (Operational Gross Weight):

Peso da aeronave pronta para descolar, somatório do peso básico em vazio mais a carga útil.

***Peso Total Máximo* (Maximum Gross Weight):**

Peso máximo permitido para a aeronave.

***Peso Máximo à Descolagem* (Maximum Take-Off Weight):**

Peso máximo aprovado para início da descolagem (limite estrutural).

***Peso Máximo no Solo* (Maximum Taxi or Ramp Weight):**

Peso máximo aprovado para manobras no solo. Inclui o peso do combustível utilizável para o arranque, estacionamento e corrida de descolagem (limite estrutural).

***Peso Máximo à Aterragem* (Maximum Landing Weight):**

Peso máximo aprovado para uma aterragem, a maior parte das aeronaves plurimotores, que operam em grandes percursos consomem consideráveis quantidades de combustível, como resultado o peso da aeronave à aterragem é consideravelmente menor que à descolagem, os projectistas entram com este facto para reduzir as cargas estruturais nas aterragem, quando os voos, por razões imprevistas, são de menor duração terá que alijar combustível, ou carga (limite estrutural).

***Peso Máximo em Voo* (Maximum Flight Weight):**

Peso máximo em voo, com trem e flaps recolhidos, (limite estrutural).

***Peso Máximo sem Combustível* (Maximum Zero Fuel Weight):**

Alguns aviões transportam combustível nas asas, se atendermos ao facto de que é nas asas que se gera a sustentação, qualquer sobrecarga na fuselagem pode levar a momentos flectores incomportáveis nas asas. O peso máximo sem combustível é assim um indicador do limite à carga na fuselagem.
Qualquer aumento de carga na fuselagem tem que ser contrabalançado pela adição de carga nas asas (combustível).

***Linha de referência* (Datum Line):**

Linha imaginária de referência vertical a partir da qual são efectuados todos os cálculos ou medições para efeitos de peso e centragem.

***Número de Estação na Aeronave* (Body Station Numbers):**

Representam a distância (em polegadas) a que um lugar específico (estação) se encontra da Datum line (**figura 256**).

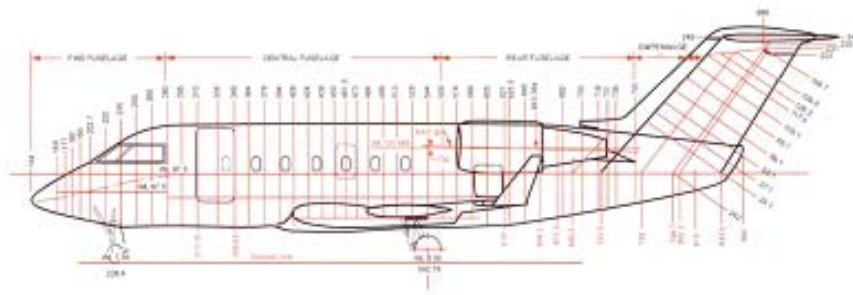



Fig. 256: Número de Estações.

Braço do Momento **(Moment Arm):**

Distância horizontal medida a partir da Datum line até ao centro de gravidade de qualquer item.

Momento **(Moment):**

É a tendência, ou a medida de tendência para produzir rotação em relação a um ponto ou a um eixo.

Centro de gravidade **(Center of Gravity):**

É o ponto da aeronave à volta do qual todo o peso está distribuído ou equilibrado. É o ponto de centragem da aeronave.

- Qualquer objecto possui um único centro de gravidade, e é em relação a este ponto que todos os momentos são iguais.
- A posição do CG varia quando se modificam as propriedades físicas do objecto.

Faixa de variação/limites do centro de gravidade **(Center of Gravity Range):**

É a distância entre o limite anterior e o limite posterior do CG (conforme estabelecido pelo construtor).

Momento de uma Força em torno de um Eixo **(Datum line):**

$$M = F \times b$$

Unidades (Libra força.polegada) lbs.in

NIVELAMENTO E PESAGEM

Sempre que se procede a alterações estruturais na aeronave, ou a revisões gerais susceptíveis de alterar o peso e centragem da mesma à necessidade de proceder à pesagem da aeronave a fim de determinar o seu centro de gravidade.

Também para proceder a diversos trabalhos de manutenção, torna-se necessário o nivelamento do avião segundo os seus eixos principais (transversal, longitudinal e vertical). O nivelamento é feito utilizando réguas ou níveis, que deverão ser colocadas nos pontos determinados pelo fabricante.

Na preparação do avião para pesagem deverão ser rigorosamente cumpridas as instruções do fabricante e verificada a existência de todo o equipamento indicado pelo mesmo.

Deverão ser drenados ou nivelados todos os fluidos, tais como óleo, combustível, água, álcool, etc. de acordo com as indicações do fabricante. Os comandos de voo (flaps, spoilers, slats, etc.) deverão ser colocados de acordo com as instruções.

Os princípios de pesagem e de centragem das aeronaves são simples. Eles baseiam-se na lei de alavanca (pesos iguais, colocados em distâncias iguais de um ponto de apoio ou fulcro, equilibrar-se-ão).

Da mesma maneira, uma carga pesada, colocada num lado do fulcro, pode ser balanceada por uma carga mais leve, colocada mais afastada do fulcro, pelo lado oposto da viga.

A fuselagem é comparada à viga; o centro de sustentação da asa com a barra de apoio e, o equipamento, a tripulação, o combustível, a carga, os passageiros, compõem os pesos que são balanceados, uns em contra-posição aos outros.

PREPARATIVOS E PROCESSOS DE PESAGEM

Eis alguns pontos importantes a ter em conta quando é necessário efectuar a pesagem duma aeronave:

- ⇨ A aeronave deve ser pesada no interior de um hangar fechado, para evitar erros de leitura, devido à acção de ventos.
- ⇨ Deve ser removida toda a sujidade, lubrificantes, humidade, etc.
- ⇨ A aeronave deve ser colocado em linha de voo (observando-se o seu nivelamento) e sobre os pontos de reacção. (pontos sobre os quais todo o peso do avião é suportado quando o avião está na posição de nivelamento, para a pesagem).
- ⇨ Todos os items do equipamento devem ser postos na aeronave, uma vez que sejam considerados como incluídos no peso em vazio.
- ⇨ O combustível e o óleo devem ser drenados.
- ⇨ Na localização do CG pela pesagem, é necessário obter-se as medidas horizontais entre os pontos em que o avião estiver apoiado, que são os pontos, nas balanças, em que o peso fica concentrado.

A obtenção do valor do peso da aeronave, pesagem propriamente dita, pode efectuada por dois processos:

Utilização de balanças (**figura 257**);

Sensores de pressão colocados nos macacos de elevação da aeronave (**figura 257**);

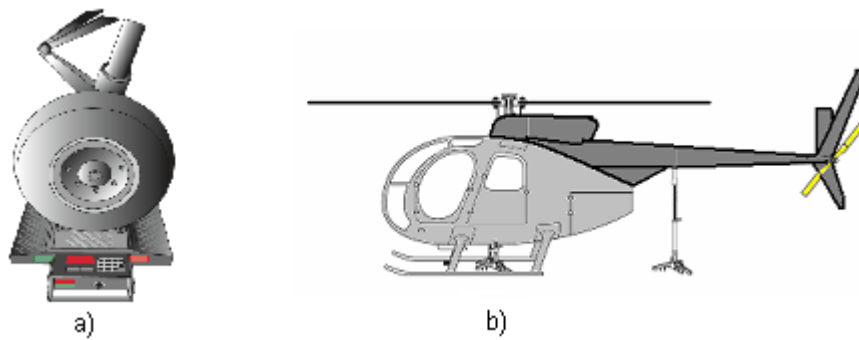



Fig. 257: Processos de Pesagem.

CENTRO DE GRAVIDADE (CG) E CENTRAGEM

Todos os objectos, qualquer que seja o seu tamanho ou forma, têm um centro de gravidade. O CG é um ponto em relação ao qual todos os momentos são iguais em todas as direcções. Cada objecto possui apenas um CG e a sua localização não se modifica a menos que as propriedades físicas do objecto mudem.

O conhecimento do CG de uma aeronave, é de vital importância, uma vez que é necessário mante-lo dentro dos limites pré-estabelecidos para garantir a estabilidade aerodinâmica e a controlabilidade do avião.

Para se compreenderem os princípios básicos da centragem e o modo como se aplicam às aeronaves consideremos uma barra equilibrada num fulcro (**figura 258**), na extremidade da qual se aplicam pesos diferentes. Para facilitar os cálculos considera-se que a barra não tem peso.

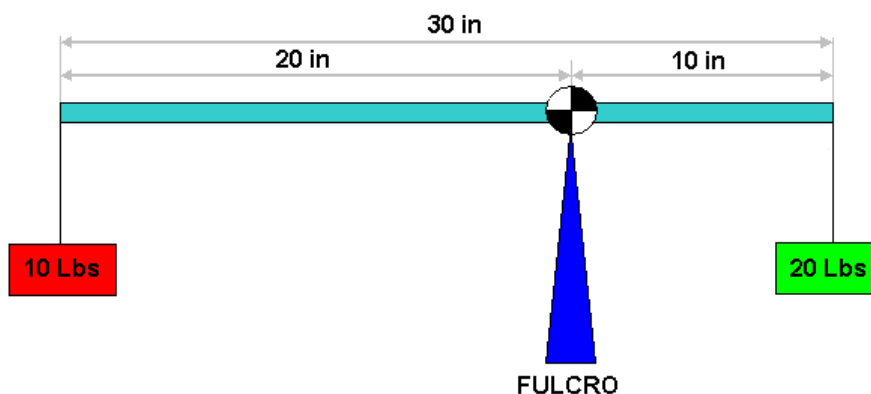



Fig. 258: Centro de Gravidade.

Um peso de 10 Lbs foi suspenso do lado esquerdo da barra e um peso de 20 Lbs foi suspenso do lado direito.

A barra neste caso fica equilibrada porque o peso de 10 Lbs corresponde a um braço 2 vezes superior ao

braço do momento associado ao peso de 20 Lbs.

A força de rotação ou de torção exercida pelos dois pesos na figura 3 pode ser definida como um momento.

$$M = F \times b$$

O momento (M), nesta situação, virá expresso em Lbs.in, porque como já foi visto o momento é igual ao produto do peso (F) do objecto pelo comprimento do braço (b).

Uma vez que em qualquer lado do fulcro o momento é de 200 Lbs.in; os pesos estão equilibrados (centrados) e o ponto da barra que se encontra sobre o fulcro será o seu CG.

POSIÇÃO DA DATUM LINE

Dado que o CG no avião varia com cada situação de carregamento, não podemos utilizá-lo como referência. Para que exista sempre uma linha de referência disponível para os cálculos de peso e centragem, é estabelecida a DATUM LINE.

Com o fim de facilitar e uniformizar os cálculos, estabeleceu-se que o nariz do avião estará a apontar para a esquerda. Os momentos serão positivos (+) quando resultam de uma rotação no sentido dos ponteiros do relógio em torno da Datum Line (CG) e negativos quando resultam de uma rotação contrária.

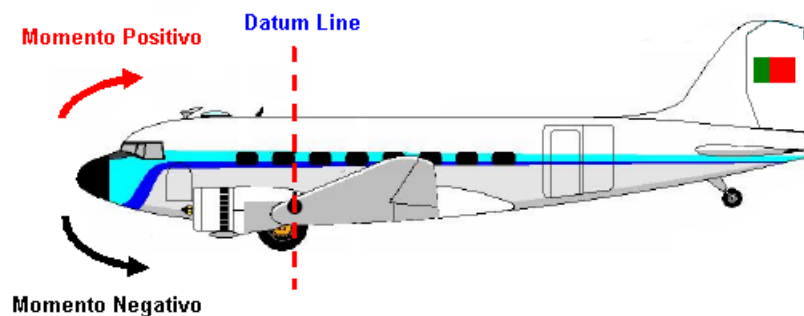



Fig. 259: Posição da Datum Line.

Assim, como se mostra na (**figura 259**), os momentos para a direita da Datum Line são positivos e os momentos para a esquerda são negativos.

Para evitar a utilização de momentos negativos, muitos construtores colocam a Datum Line à frente (fora da aeronave) ou no nariz da aeronave.

De notar que a localização da Datum Line não é importante, contudo, a sua localização servirá como referência para todas as medições e cálculos a efectuar.

DETERMINAÇÃO DO CENTRO DE GRAVIDADE

É fácil determinar a localização do CG com a utilização de uma Datum Line arbitrariamente escolhida.

Suponha, por exemplo, que uma barra (sem peso) tem 60 polegadas de comprimento com 5 Lbs de peso no lado esquerdo e 15 Lbs no lado direito, conforme ilustrado na (**figura 260**).

Não faz qualquer diferença o lugar onde a Datum Line está colocada. Porém, para os propósitos deste exemplo, está posicionada num ponto a 20 polegadas do extremo esquerdo da barra.

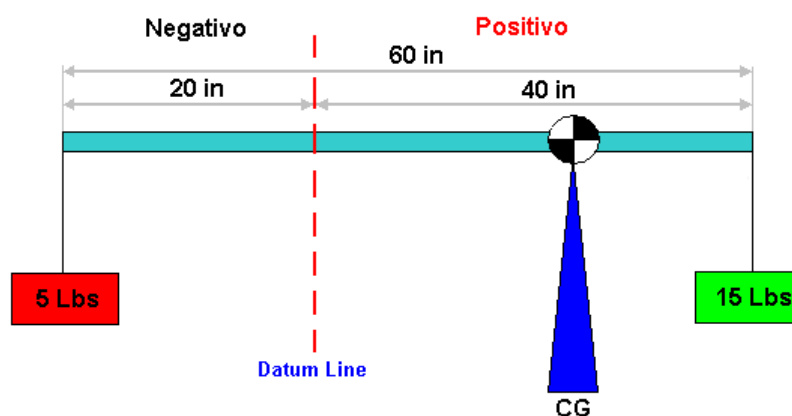



Fig. 260:Centro de Gravidade.

Para encontrar a posição do CG (b_{CG}), dividir a soma algébrica dos momentos ($\sum M$), pelo peso total suspenso na barra ($\sum P$) como se mostra nos passos 1 e 2.

$$b_{CG} = \frac{\sum M}{\sum P}$$

Passo 1

M_N - Momento no lado negativo

$$M_N = P_1 \times d_1$$

$P_1 = 5 \text{ Lbs}$

$d_1 = 20 \text{ in}$

$M_N = 20 \times 5 = 100 \text{ Lbs.in}$

M_P - Momento no lado positivo

$$M_P = P_2 \times d_2$$

$P_2 = 15 \ \text{Lbs}$

$d_2 = 40 \ \text{in}$

$M_P = 40 \times 15 = 600 \ \text{Lbs.in}$

$$\sum M = M_P + M_N$$

$\sum M = 600 - 100 = 500 \ \ \text{Lbs.in}$

Passo 2

$$\sum P = P_1 + P_2$$

$\sum P = 5 + 15 = 20 \ \ \text{Lbs}$

$$b_{CG} = \frac{\sum M}{\sum P}$$

$b_{CG} = \frac{500}{20} = 25 \ \text{in}$

Dado que a soma algébrica dos momentos é um valor positivo, o CG estará situado a 25 polegadas (in) para a direita da Datum Line.

Se a soma algébrica dos momentos tivesse resultado num valor negativo, o CG estaria posicionado 25 polegadas à esquerda da Datum Line.

O mesmo sistema de peso e centragem é sempre aplicado, independente do número de pesos envolvidos ou da posição da Datum Line.

Não esquecer que o sinal algébrico dos momentos tem que ser visto em concordância com a posição da Datum Line.

A (**figura 261**) é o exemplo de um problema que ilustra a Datum Line posicionada de forma a não ser

necessário especial cuidado com o sinal algébrico dos momentos.

Para determinar o CG para a barra da (**figura 261**) siga os seguintes passos:

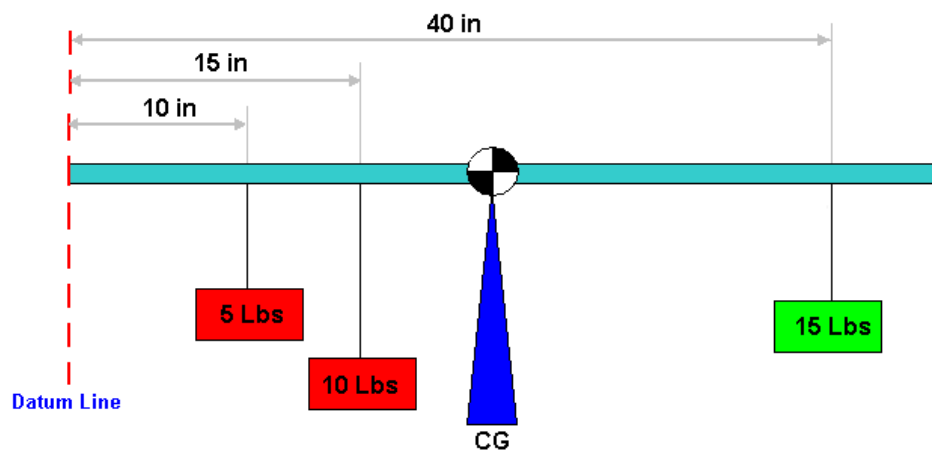



Fig. 261: Determinação Centro de Gravidade.

$$b_{CG} = \frac{\sum M}{\sum P}$$

$$\sum M = M_1 + M_2 + M_3$$

$$\sum P = P_1 + P_2 + P_3$$

Passo 1

$$M_1 = P_1 \times d_1$$

$P_1 = 5 \ \text{Lbs}$

$d_1 = 10 \ \text{in}$

$M_1 = 5 \times 10 = 50 \ \text{Lbs.in}$

$$M_2 = P_2 \times d_2$$

$P_2 = 10 \ \text{Lbs}$

$d_2 = 15 \text{ in}$

$M_2 = 10 \times 15 = 150 \text{ Lbs.in}$

$$M_3 = P_3 \times d_3$$

$P_3 = 15 \text{ Lbs}$

$d_3 = 40 \text{ in}$

$M_3 = 15 \times 40 = 600 \text{ Lbs.in}$

$\sum M = 50 + 150 + 600 = 800 \text{ Lbs.in}$

$\sum P = 5 + 10 + 15 = 30 \text{ Lbs}$

Passo 2

Dividir o momento total pelo peso total

$b_{CG} = \frac{800}{30} = 26{,}66 \text{ in}$

O CG está posicionado a 26,66 polegadas para a direita da Datum Line.

FOLHA DE CARGA

O cálculo do peso e centragem de qualquer aeronave tem que ter em conta o seu peso básico (Empty Weight).

O peso básico de uma dada aeronave é obtido do Modelo de Registo que acompanha a aeronave aquando da sua entrega pelo fabricante.

A lista do equipamento que acompanha a aeronave é também entregue.

As Autoridades Aeronáuticas de cada Estado exigem que, qualquer alteração no equipamento original que

afecte o peso básico e o CG, seja registada na Folha de Alteração da respectiva aeronave.

Esta deve ser sempre consultada para haver uma garantia que os cálculos do peso e centragem são originados no peso básico correctamente licenciado.

Os gráficos que a seguir se apresentam são exemplos dos mais típicos em uso nas aeronaves ligeiras.

No exemplo da **Tabela 15** o peso básico é de 1 838,0 Lbs e o momento 63,4. Utilizando a folha de carga regista-se o peso básico e o momento da própria aeronave. O momento para a maior parte dos itens será positivo. Porém, no caso do óleo, o reservatório é por vezes localizado à frente, da Datum Line, e o momento é negativo. O peso do óleo é de 7,5 Lbs/galão e neste caso utiliza-se um depósito de 12 quartos (3 galões) de capacidade.

FOLHA DE CARGA	AVIÃO (Exemplo)		AVIÃO	
	Peso (Lbs)	Momento (/1000)	Peso (Lbs)	Momento (/1000)
1. Peso básico licenciado (avião exemplo)	1 838,0	63,4		
2. Óleo – 12 Qts.	22,5	-0,4	22,5	-0,4
3. Piloto e passageiro da frente	340,0	12,2		
4. Combustível (55 gal at 6 Lbs/gal)	330,0	15,8		
5. Passageiros (trás) 6. Bagagem	340,0 29,5	23,8 3,0		
7. Totais	2 900	117,8		
8. Localize (2 900 at 117,8) no Envelope do Momento do Centro de Gravidade. Se este ponto estiver dentro do envelope o avião está bem carregado e centrado.				

Nota: Normalmente assume-se depósito de óleo cheio para todos os voos.

Tabela 15: Folha de Carga.

O peso do óleo será então de 22,5 Lbs e o momento é de (-0,4). Registe estes números na folha de carga.

O peso e o momento do óleo podem ser retirados do registo da aeronave. Dado que as aeronaves voam normalmente com todo o óleo, estes valores mantêm-se constantes.

Em referência ao gráfico de carga da figura 8, traçar uma linha horizontal partindo do valor de peso de 340 Lbs, até interceptar a linha do piloto e passageiro da frente (vermelha); a partir deste ponto traçar uma linha vertical até cruzar o eixo dos Momento, obtém-se o valor de 12,2. Entre com este momento na folha de carga.

Efectuemos o mesmo para os outros itens.

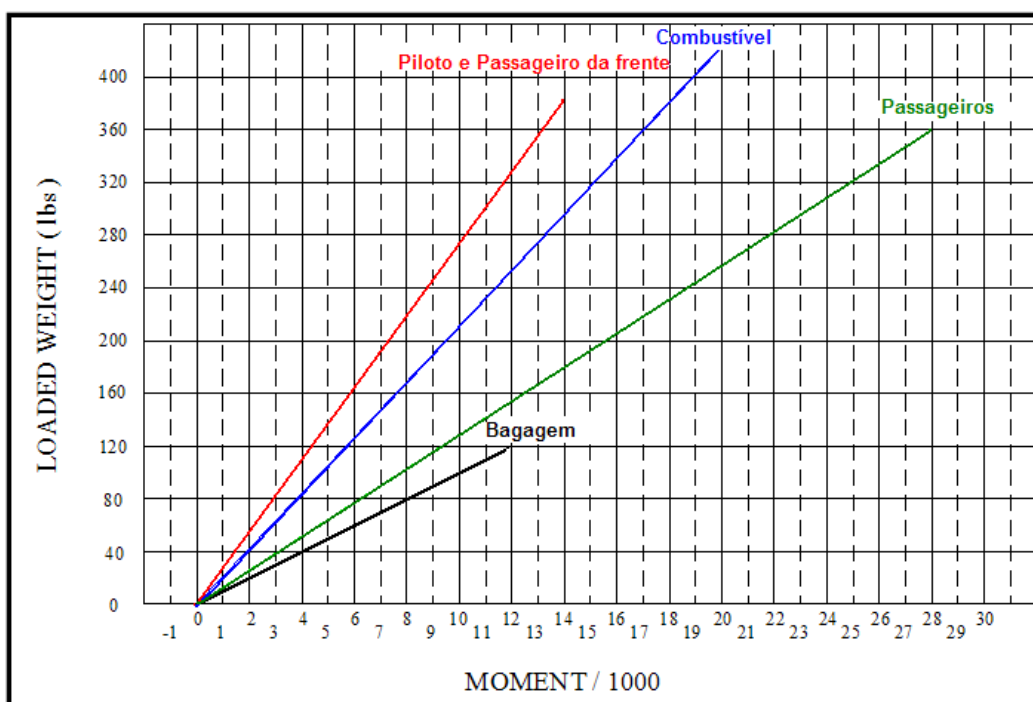



Gráfico 1: Carga – Momento.

Um galão de combustível pesa 6 libras. Se o volume de combustível for 55 galões o peso total de combustível será de 330 Lbs. O momento, tirando do gráfico para 330 Lbs é de 15,8. Entrar com estes valores na folha de carga.

Do mesmo modo o peso de 310 Lbs para os passageiros de trás resultam num momento de 21,6 e para 59,6 Lbs de bagagem o momento será de 6,0. O peso total é de 2 900 Lbs e o momento total será de 117,8.

Sempre que é calculado o peso total para um dado voo. Ou cai dentro do máximo autorizado, ou a carga tem que ser aliviada até que esteja nos limites autorizados.

Nunca descolar com excesso de peso:

Outro factor importante a considerar no carregamento de uma aeronave é ficar com certeza que a carga está correctamente distribuída. Isto é obtido por referência ao Envelope do Momento do Centro de Gravidade (**Gráfico 1**).

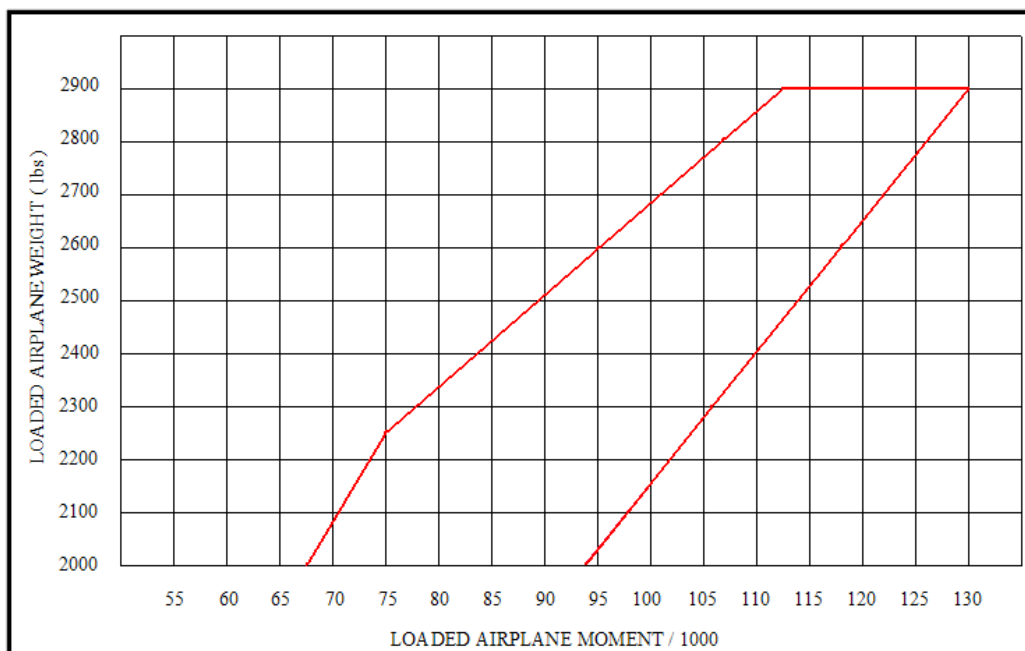



Gráfico 2: Envelope do Momento do Centro de Gravidade.

O CG determina-se do seguinte modo: Localize o peso total de 2 900 Lbs no eixo vertical, e o momento total de 117,8 no eixo horizontal. Se as linhas se interceptam no interior do envelope, o avião esta carregado dentro dos limites.

Se as linhas se interceptam fora das linhas do envelope a carga terá que ser reajustada antes do voo.

O peso dos itens colocados no compartimento da bagagem é mais crítico que qualquer outro peso no avião, porque está mais afastado do CG.

Para voar com segurança os seus limites de peso nunca devem ser excedidos. Para aumentar a segurança, toda a bagagem deve ser bem presa para prevenir a sua deslocação em caso de turbulência.

LOCALIZAÇÃO DO CENTRO DE GRAVIDADE EM PESO BÁSICO

A localização do CG do avião em peso básico é determinada pela pesagem e apuramento do momento incidente em cada trem de aterragem.

Suponha, por exemplo que a Datum Line de uma aeronave está localizada à frente do nariz como ilustrado na (**figura 262**). Uma vez determinado o peso de cada trem e encontrada a distância de cada um à Datum Line, o problema pode ser tratado como os outros casos atrás explicados.

Passo 1 – Determinar o peso e os momentos do avião básico:

ITEMS	BRAÇO (in)	PESO (Lbs)	MOMENTO (Lbs.in)
Trem de Nariz	311	2 089	649 679
Trem Principal Esquerdo	950	42 000	39 000 000
Trem Principal Direito	950	42 087	39 954 150
	Σ	**86 146**	**80 503 829**

Tabela 16: Localização do Centro de Gravidade.

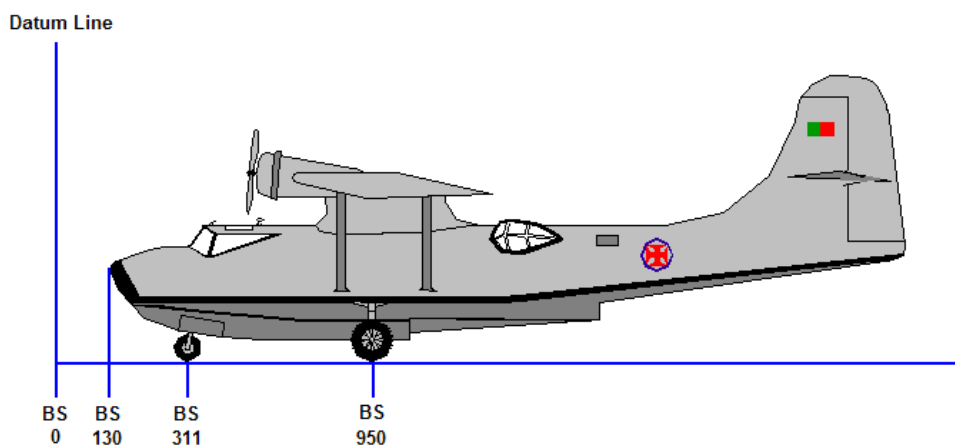



Fig. 262: Datum Line.

Passo 2 – Dividir o momento total pelo peso total

$$b_{CG} = \frac{80503829}{86146} = 934{,}5 \ \text{in}$$

Passo 3 – Estabelecer o CG do avião em peso básico 934,5" para a direita da Datum Line, ou seja a BS (Body Station) 934,5.

CORDA AERODINÂMICA MÉDIA - MAC

A localização do CG em muitos aviões é dada em termos de percentagem da corda aerodinâmica média (% MAC). A corda é a distância do bordo de ataque ao bordo de fuga de uma asa.

A corda aerodinâmica média (MAC) é a corda desenhada através do centro geográfico do plano da asa. Dado que a asa na maior parte dos aviões não é rectangular, a MAC é determinada para fins aerodinâmicos e de peso e centragem.

Os limites do centro de gravidade são expressos na relação da posição do CG com a corda aerodinâmica média. Por exemplo, se o CG está 15 % atrás do bordo de ataque da MAC que tem 100 polegadas de comprimento, o centro de gravidade deveria estar 15 polegadas depois do bordo de ataque da corda aerodinâmica média.

O bordo de ataque (Leading Edge) é referenciado como LEMAC e o bordo de fuga (Trailing Edge) é referenciado como TEMAC. A localização do LEMAC é normalmente expresso como uma estação (BS) para ajudar a determinar a posição do centro de gravidade.

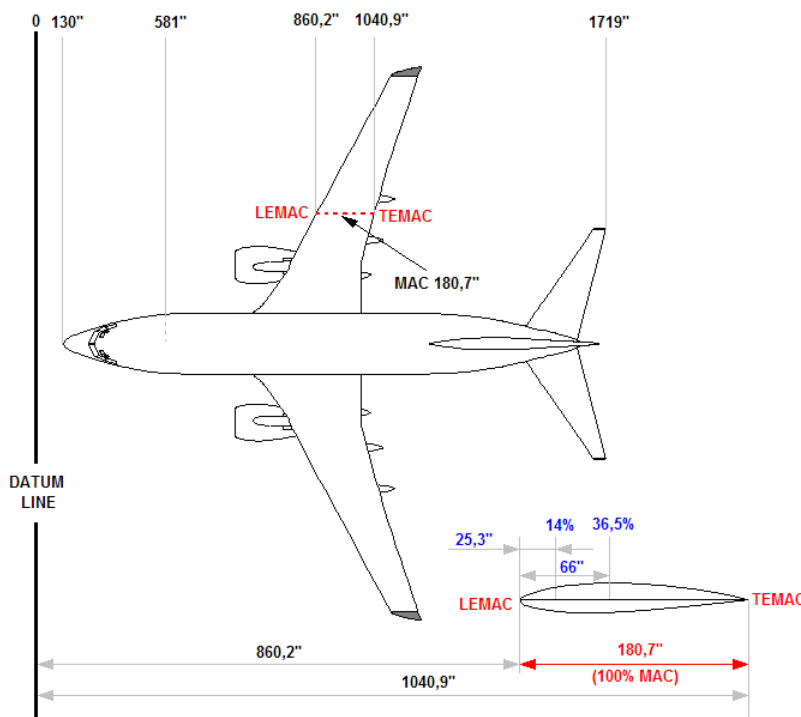



Fig. 263: LEMAC.

Em relação à (**figura 263**) pode ser visto que o LEMAC neste avião tem o braço de 860,2" e que o TEMAC é a estação 1040,9". A corda aerodinâmica desta asa é de 180,7".

O comprimento da MAC é estabelecida pelo construtor e é expressa no manual de cada avião. Quando o comprimento da MAC e a posição do CG são conhecidas é uma tarefa fácil determinar o CG em percentagem de MAC.

No peso máximo de aterragem de 137 500 Lbs para este avião. Os limites do centro de gravidade com trem e flaps na posição de aterragem é de 14 % MAC a 36,5 % MAC.

Pela conversão dos números de percentagem em polegadas, pode ser determinado que o limite anterior do CG está a 25,3" atrás do LEMAC e o limite posterior está a 66" do LEMAC.

Somando-se estas distâncias ao braço do LEMAC (BS 860,2) determina-se que o limite anterior do CG, no

peso máximo de aterragem, com o trem e flaps na posição de aterragem, tem o braço à Datum Line de 885,5 polegadas (BS 885,5) e o limite posterior tem o braço de 926,2" (BS 926,2).

PROBLEMAS TÍPICOS DE PESO E CENTRAGEM

O exercício seguinte é apresentado como um problema típico de peso e centragem. Neste caso, assume-se que a Datum Line está posicionada no nariz do avião e que o peso bruto é de 4 860 Lbs.

Dados:

Peso básico (empty weight) 3 153 Lbs com o momento de 248 100 Lbs.in, a posição do centro de gravidade pode variar entre os 76 e 88 polegdas.

ITEMS	BRAÇO (in)	PESO (Lbs)
Piloto e Co-piloto	85	340
Passageiros (2)	121	350
Combustivel (110 Gal)	82	660
Bagagem	150	160
Óleo (6 Gal)	43	45

Tabela 17: Localização do Centro de Gravidade.

Solução:

1 - Para calcular o momento de cada item, os braços (distâncias) têm que ser multiplicados pelo peso. Os momentos individuais são, então, somados aos valores do momento do peso básico para se chegar ao momento total.

Os pesos dos vários items são também somados ao peso básico, para obter o peso total.

ITEMS	BRAÇO (in)	PESO (Lbs)	MOMENTO (Lbs.in)
Piloto e Co-piloto	85	340	28 900
Passageiros	121	350	42 350
Combustivel	82	660	54 120
Bagagem	150	160	24 000
Óleo	43	45	1 935
Avião básico		3 153	248 100
	Σ	**4 708**	**399 405**

Tabela 18: Localização do Centro de Gravidade.

2 - Divida o momento total pelo peso total para determinar a localização do CG.

$$b_{CG} = \frac{399405}{4708} = 84{,}8 \text{ in}$$

3 - Dado que o peso total de 4 708 Lbs não excede o peso bruto (4860 Lbs) e o CG está situado a 84,8 in, logo dentro dos limites. O avião está correctamente carregado.

NOTA 1: Em muitos aviões civis não é possível ocupar todos os assentos, compartimentos de bagagem, depósitos de combustível e ficar ainda assim dentro dos limites do peso e centragem.

Normalmente há sempre que sacrificar qualquer coisa; ou o combustível, reduzindo o alcance, ou passageiros e bagagem ou de tudo um pouco.

NOTA 2: Um excesso de carga afecta:

- ⇨ A performance de cruzeiro - aumento do ângulo de ataque, potência adicional, mais combustível, menor raio de acção.
- ⇨ A performance de subida - aumento do tempo de subida, maior potência, maior consumo.
- ⇨ A tolerância de G's - o excesso de carga faz aumentar o factor de carga (limite de G's), podendo resultar na aeronave, em quebra de rebites, distorção permanente ou falha estrutural.
- ⇨ A Segurança - quando as condições de carregamento colocam o centro de gravidade fora dos limites a estabilidade é afectada e podem desenvolver-se forças de controlo errático. A velocidade de perda, a distância de descolagem, a velocidade de aterragem podem aumentar ***até valores susceptíveis de constituírem um verdadeiro perigo.***

O exercício seguinte é dado como um exemplo típico do peso e centragem. Para resolver este problema devem ser usadas as **tabelas 19, 20 e 21**.

Number of Passengers	Weight (Lbs)	Fwd. Comp. M/1000	Aft. Comp. M/1000
1	170	82	153
2	340	163	306
5	850	408	764
10	1 700	816	1 528
15	2 550	1 224	2 292
20	3 400	1 632	3 056
25	4 250	2 040	3 848
40	6 800	3 264	6 113
50	8 500	4 080	7 642
64	10 880	5 222	9 775

Tabela 19: Passageiros.

Weight (Lbs)	M/1000	
	Fwd	Aft
6 000	3 486	6 396
5 200	3 021	5 543
5 000	2 905	5 330
4 200	2 440	4 477
4 000	2 324	4 264
3 200	1 859	3 411
3 000	1 743	3 198
2 000	1 162	2 132
1 000	581	1 066
900	523	959
800	465	853
700	407	746
600	349	640
500	290	533
400	232	426
300	174	320
200	116	213
100	58	107

Tabela 20: Carga.

Tank 1 & 3		Weight	Tank 2	
Arm	M/1000	(Lbs)	Arm	M/1000
894,7	8 947	10 000	816,8	8 168
895,4	9 402	10 500	816,6	8 574
896,1	9 857	11 000	816,5	8 982
896,8	10 313	11 500	816,3	9 387
897,5	10 770	12 000	816,1	9 793
898,9	11 685	13 000	815,8	10 605
900,3	12 604	14 000	815,5	11 417
901,7	13 525	15 000	815,3	12 230
904,5	15 377	17 000	815,1	13 857
907,8	17 248	19 000	815,0	15 485
910,1	18 202	20 000	814,9	16 298

Tabela 21: Combustível.

Dados:

Para determinado avião de transporte assume-se que a posição do CG em peso operacional básico (BOW) já foi calculado, conhecem-se ainda os seguintes dados:

→ LEMAC = BS 860,2

→ MAC = 180,7 in

→ BOW = 89 200 Lbs

→ CG em BOW = 34,3 % MAC

→ Carga paga (Payload)

20 Passageiros compartimento da frente (forward);

64 Passageiros compartimento traseiro (afterward);

5 000 Lbs carga no porão da frente;

5 200 Lbs carga no porão traseiro;

→ Combustível

Tanque 1 – 14 000 Lbs

Tanque 2 – 17 000 Lbs

Tanque 3 – 14 000 Lbs

Determinar:

a) Zero Fuel Weight;

b) Gross Weight;

c) Localização do CG do Gross Weight (em % MAC);

Resolução:

A solução deste problema é uma solução de parte múltipla e pode ser resolvida com correcção de maneiras diferentes. A solução que se apresenta segue a seguinte ordem:

a) Zero Fuel Weight

Para achar o ZFW, juntar o peso da carga paga ao peso básico operacional (BOW).

$$ZFW = BOW + P_{Pfrente} + P_{Ptrás} + P_{Cfrente} + P_{Ctrás}$$

$$ZFW = 89200 + 3400 + 10880 + 5000 + 5200 = 113680 \text{ Lbs}$$

b) Gross Weight

Para calcular o Gross Weight, basta adicionar o peso de combustível ao ZFW

$$GW = ZFW + P_{fuel1} + P_{fuel2} + P_{fuel3}$$

$$GW = 113680 + 14000 + 17000 + 14000 = 158680 \text{ Lbs}$$

c) Localização do CG do Gross Weight (em % MAC)

Para calcular o CG em Gross Weight é necessário encontrar primeiro o CG do avião em BOW, para podermos encontrar o momento do BOW.

CG do BOW = 34,3 % MAC

MAC = 180,7 in

LEMAC = 860,2 in

Posição do CG do BOW em relação à Datum Line

$$(0{,}343 \times 180{,}7) + 860{,}2 = 922{,}18 \text{ in}$$

Momento do BOW

$$M_{BOW} = BOW \times b_{BOW}$$

$$M_{BOW} = 89200 \times 922{,}18 = 82258456 \text{ Lbs.in}$$

Após determinado o CG do BOW em relação à Datum Line podemos continuar a resolução.

ITEMS	PESO (Lbs)	MOMENTO (Lbs.in)
BOW	89 200	82 258 456
Passageiros frente	3 400	1 632 000
Passageiros atrás	10 880	9 781 000
Carga frente	5 000	2 905 000
Carga atrás	5 200	5 543 000
Fuel 1	14 000	12 604 000
Fuel 2	17 000	13 857 000
Fuel 3	14 000	12 604 000
Σ	**158 680**	**141 184 456**

Tabela 22: Localização do Centro de Gravidade.

$$CG_{BOW} = \frac{M_{BOW}}{BOW}$$

$$CG_{BOW} = \frac{141184456}{158680} = 889{,}7 \text{ in}$$

Conversão para % MAC

MAC = 180,7 in

LEMAC = 860,2 in

$$889{,}7 - 860{,}2 = 29{,}5 \text{ in}$$

180,7 → 100 %

29,5 → % MAC

$$\%MAC = \frac{29{,}5 \times 100}{180{,}7} = 16{,}32 \ \%$$

Segue-se um exemplo de peso e centragem do avião EPSILON:

Obteve-se do registo do avião, o seu peso básico, que vale 912 Kgf, sabe-se também que:

(ter em atenção o **Gráfico 3**)

- → A Datum line está colocada no nariz do avião;
- → O CG em peso básico dista da Datum line 26 cm.

→ A tripulação é composta por piloto e co-piloto (um à frente e outro atrás) que pesam respectivamente 90 e 80 Kg.

→ Foi abastecido com 150 Kg, de combustível.

→ 15 Kg de bagagem.

a) Determinar o CG em peso total (centragem) em % MAC.

b) Determinar a distância do CG em peso total à Datum Line.

c) Comente o resultado obtido, tendo em conta a figura 13.

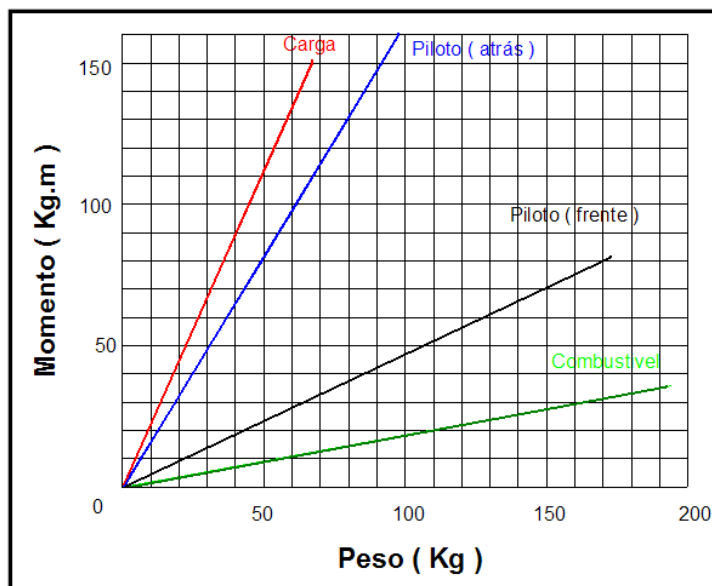



Gráfico 3: Carga.

Resolução:

Adicionar os diversos momentos ao momento do avião básico obtendo o momento total (M_T);

Calcular a centragem com a ajuda da fórmula:

$$\%MAC = \frac{M_T}{P_T} \times \frac{100}{1{,}25}$$

Os pesos são expressos em Kgf e os momentos em Kgf.m.

a) CG em peso total (centragem) em % MAC.

$$M_{básico} = P_{básico} \times b_{básico}$$

$$M_{básico} = 912 \times 0{,}26 = 237{,}12 \text{ kgf.m}$$

Piloto à frente (90 kg) origina um momento de 41 Kgf.m, de notar que ao contrário da figura 6 os momentos EPSILON estão na linha das ordenadas e os pesos na linha das abcissas.

Piloto atrás (80 kg) origina um momento de 130 Kgf.m;

Combustível origina um momento de 28 kgf.m;

Bagagem (carga) um momento de 35 kgf.m

$$M_T = M_{básico} + M_{Pfrente} + M_{Ptrás} + M_{comb} + M_{bag}$$

$$M_T = 237{,}12 + 41 + 130 + 28 + 35 = 471{,}12 \text{ kgf.m}$$

$$P_T = P_{básico} + P_{Pfrente} + P_{Ptrás} + P_{comb} + P_{bag}$$

$$P_T = 912 + 90 + 80 + 150 + 15 = 1247 \text{ kgf}$$

$$\%MAC = \frac{471{,}12}{1247} \times \frac{100}{1{,}25} = 30{,}22\ \%$$

b) Distância do CG em peso total à Datum Line.

$$CG = \frac{M_T}{P_T}$$

$$CG = \frac{471{,}12}{1247} = 0{,}37 \text{ m}$$

O CG encontra-se a 37,7 cm da Datum Line.

c) O ponto (1247Kgf;30,22%), situa-se no interior do envelope (**gráfico 4**).

Assim podemos verificar que não é ultrapassado o peso bruto (total) do avião, e que está bem distribuído (centrado).

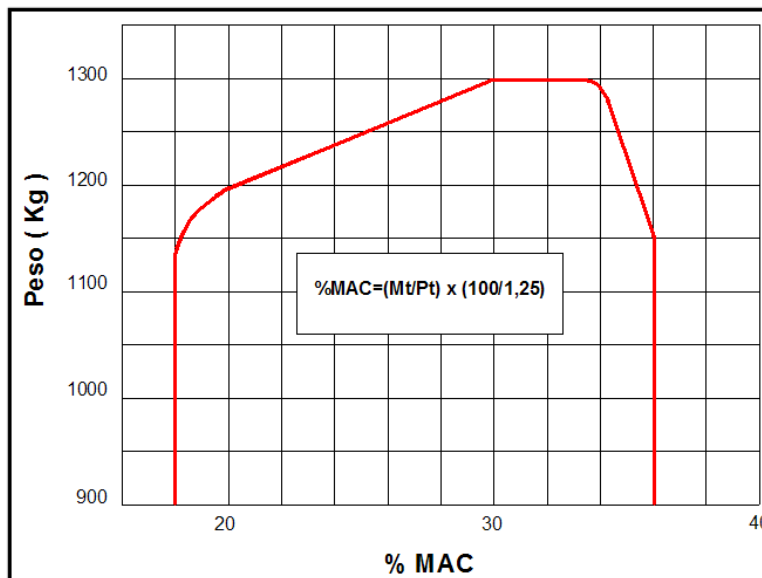



Gráfico 4: Peso - Carga.

CORRECÇÕES A DESCENTRAGENS

Um dos problemas mais frequentemente encontrados em Peso e Centragem, é verificar-se que após o carregamento a centragem está fora dos limites.

A abordagem do problema pode fazer-se de duas maneiras:

- Pode ser adicionado ou retirado peso para trazer o CG para dentro dos limites.
- A carga pode ser mudada dentro do avião para o pôr em condições de equilíbrio.

Correcção pela Adição de Peso

Considere um avião com o peso total (gross Weight) de 210 000Lbs e com os limites dianteiro e traseiro do CG em 821 e 845 polegadas, respectivamente.

Qualquer peso adicionado à aeronave tem que ser colocado na bagageira situada a 670 polegadas (BS 670). Após a pesagem, verifica-se que o CG se encontra a 848 polegadas, o que corresponde a 3 polegadas fora da tolerância do limite posterior do centro de gravidade.

Assim, o problema é calcular a quantidade de peso que deve ser adicionado na estação 670 para trazer o CG para o limite mais próximo que, neste caso, é de 845 polegadas.

Neste tipo de problema, três valores têm que ser conhecidos:

1 – O Gross Weight (210 000 Lbs).

2 – A distância do CG ao seu limite mais próximo (3").

3 – A distância desde a BS onde o peso é acrescentado até ao novo CG. Neste caso, é igual a 845 menos 670, o que dá 175. (Neste tipo de problema o braço do momento é medido a partir do centro de gravidade e não da Datum Line).

A formula é: $W = \frac{D \times GW}{A}$

Em que:

W = Peso que tem de ser adicionado

D = Distância do movimento do CG

GW = Peso total do avião (empregue o novo peso total depois do peso ter sido adicionado ou subtraído, se o peso ajustado não for um dos factores desconhecidos).

A = Braço do momento do peso adicionado.

Substituindo pelos valores apresentados:

$$W = \frac{3 \times 210000}{175} = 3600 \text{ Lbs}$$

Assim, 3 600 Lbs é o peso mínimo que deve ser adicionado na estação 670 para mover o CG para o limite posterior.

Correcção pela Remoção de Peso

Se utilizarmos a correcção por remoção de peso do avião, a fórmula a utilizar é a mesma que a da adição. Em problemas onde o peso é somado ou subtraído, tem que ser determinado em que direcção o CG se move (para trás ou para a frente) como resultado da mudança de peso.

O peso que é adicionado numa BS anterior do CG ou subtraído numa posterior causará um movimento do CG para a esquerda (CG menor). Peso que é adicionado atrás do CG ou removido á frente causará um movimento do CG para trás (CG maior).

É de lembrar que o Gross Weight utilizado na fórmula deve reflectir o novo peso total depois do peso ter sido adicionado ou subtraído.

Correcção por Deslocação de Peso

Para entender este tipo de correcção, considere um avião configurado precisamente como o descrito na correcção do problema anterior.

Assuma que qualquer peso movido tem de o ser da estação 1120 para a estação 670. O peso total mantém-se em 210 000 Lbs e a posição do CG permanece 3 polegadas atrás do limite posterior do CG. Assim, peso suficiente terá que ser deslocado da estação 1120 para a estação 670 para movimentar o CG três polegadas para a frente.

A fórmula para corrigir a posição do CG por transferência de peso é igual à anterior:

$$W = \frac{D \times GW}{A}$$

W = Peso a deslocar

D = Distância do movimento do CG

GW = Peso total do avião

A = Braço (distância medida donde é removido até onde é instalado)

Substituindo pelos valores apresentados:

$$W = \frac{3 \times 210000}{450} = 1400 \ \text{Lbs}$$

Assim, devem ser deslocadas 1 400 Lbs da estação 1120 para a estação 670 de modo a mover o CG até ao seu limite posterior.

Notar bem que é requerido muito menos de peso do que adição de peso para equilibrar um avião. Comparando as fórmulas da adição com a de deslocamento pode ver-se que elas são aproximadamente idênticas.

ASSISTÊNCIA E ARMAZENAGEM DE AERONAVES

REBOQUE DE AERONAVES E PRECAUÇÕES DE SEGURANÇA ASSOCIADAS

PRINCÍPIOS DE SEGURANÇA ASSOCIADOS AO REBOQUE DE AERONAVES

Durante as operações de reboque e rolagem, deverão ser rigorosamente seguidas todas as instruções do fabricante, relativamente a cuidados e norma de segurança específicas a cada modelo de aeronave.

Antes de iniciar um reboque, deve ser inspeccionada toda a área à volta do avião e retirado tudo o que possa impedir ou dificultar a manobra.

Procedimento

- ⇨ Verificar se estão instaladas as cavilhas de bloqueamento do trem de aterragem e que não existem rodas vazias;
- ⇨ Desbloquear o sistema de travões de "park";
- ⇨ Soltar o sistema de orientação da roda do nariz;
- ⇨ Colocar a lança adequada e verificar o estado das ligações;
- ⇨ Certificar-se dos ângulos máximos de viragem desse tipo de avião;
- ⇨ Depois de receber a confirmação de que o avião está travado, retirar todos os calços;
- ⇨ Manter o contacto com a pessoa que está aos travões;
- ⇨ Antes de iniciar o reboque, assegurar o contacto visual com todos os intervenientes na operação;
- ⇨ Destravar o avião e iniciar o reboque fazendo-o o mais lentamente possível e evitando paragens bruscas;
- ⇨ No local previsto para estacionamento, depois da paragem, instalar os calços nas rodas;
- ⇨ Desligar o tractor da lança, e esta do avião e ligar o pino do "steering";
- ⇨ Aplicar travões de estacionamento;
- ⇨ Proceder à inspecção à volta da aeronave, com o objectivo de verificar se:
    - o Todos os comandos se encontram bloqueados;
    - o As entradas de ar protegidas;
    - o Todas as portas e janelas se encontram fechadas.

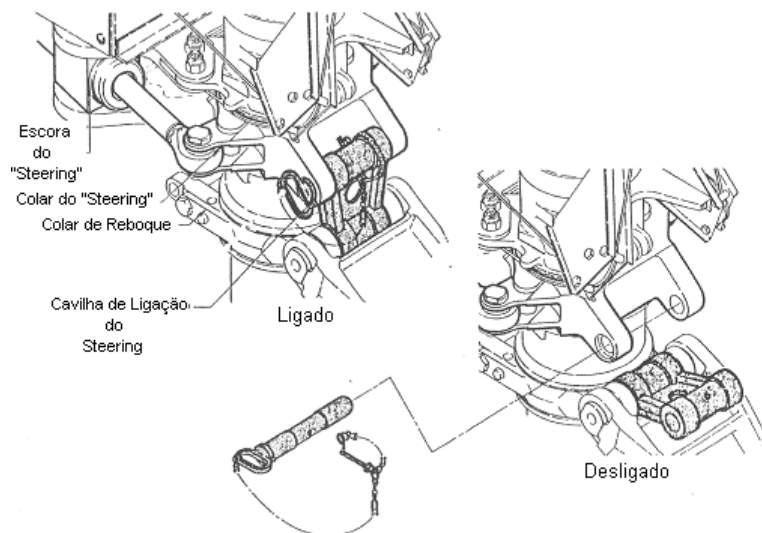



Fig. 264: Ligação do "Steering".

Quando se efectua uma operação de rolagem, o pessoal de placa deve efectuar algumas operações.

Procedimento:

- ⇨ Aguardar no local de estacionamento a chegada do avião, colocando-se de modo bem visível ao piloto e transmitindo-lhe os sinais mais adequados de acordo com o código internacional de sinalização.
- ⇨ Depois de o avião chegar ao local de estacionamento, deve ser feita a sinalização para o piloto parar os motores, aguardando a sua paragem total;
- ⇨ Antes de tocar na aeronave deve certificar-se, que o fio de terra de escoamento estático, se encontra em perfeito contacto com a terra;
- ⇨ Instalar as cavilhas de segurança do trem de aterragem, colocar os calços em todas as rodas;
- ⇨ Instalar todos os bloqueamentos das superfícies de controlo (quando aplicável);
- ⇨ Colocar todas as protecções de antenas, pitots e entradas de ar dos reactores (quando aplicável).

REBOQUE DE AERONAVES

Generalidades

Todas as informações necessárias para proceder a um reboque ou empurrar um avião em condições normais ou anormais, tal como as práticas de manutenção associadas para preparar uma aeronave para o reboque ou rolagem, devem ser tomadas sempre em consideração.

Fig. 265: Deslocação de aeronaves.

Normalização

Existem organizações que regulamentam a movimentação de aeronaves tais como:

- ⇨ ICAO (Organização Internacional de Aviação Civil), NATO (Organização do Tratado Atlântico Norte) e MILITAR.

Placa de Estacionamento

É a área onde é parqueada uma ou mais Aeronaves.

Fig. 266: Placa de estacionamento de aeronaves: F-15.

A área deve ser caracterizada por:

»» Estar sempre impecavelmente limpa (carro vassoura);

»» Existir recipientes próprios para os DOE´S;

»» Existir tomadas estáticas (**figura 267**);

»» A velocidade máxima permitida é de 10 km/h;

»» Cuidados Especiais a quando do derrame de substâncias Inflamáveis.

Fig. 267: Tomada Estática.

Devem ainda existir cuidados especiais a quando do derrame de substâncias Inflamáveis:

- Ter cuidado com uma possível inflamação e escorregamento;
- Aplicar sobre o derrame materiais absorventes adequados;
- Nunca utilizar água para limpar produtos inflamáveis.

Factores a Respeitar: (3)

- Sinalização de Veículos;
- Normas de Circulação na Área de Aeródromo;
- Manobras Proibidas.

Sinalização de Veículos

- Todas as viaturas não equipadas com sinal rotativo devem ser sinalizadas com uma bandeira com 90cm de lado, formada com quadrados brancos e vermelhos, com 30cm de lado;
- A bandeira deve ser colocada em sítio próprio ou então em local bem visível;
- Durante a noite só podem circular viaturas com faróis e luzes de presença operativas;
- Devem ser utilizados os quatro piscas na falta do farol rotativo;
- As viaturas de assistência e socorros, circulando no âmbito do Plano para Emergência, devem utilizar os sistemas de alarme luminoso e sonoro.

Normas de Circulação na Área do Aeródromo

- ⇨ Não é permitida a circulação de viaturas civis na área;
- ⇨ Nenhum condutor deve atravessar a pista, sem pedir autorização à Torre;
- ⇨ A circulação de viaturas nas placas, deve efectuar-se de acordo com o tracejado pintado no pavimento.

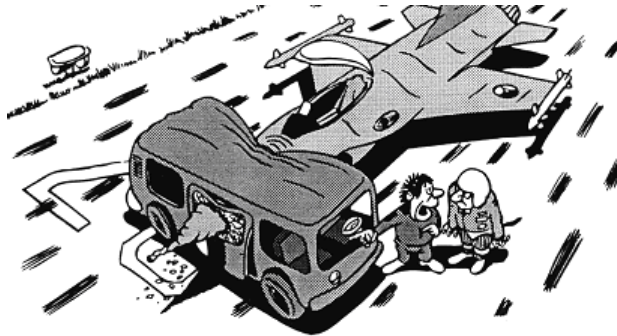



Fig. 268: Circulação na Área do Aeródromo.

Os condutores militares e civis que por motivos de serviço, tenham que conduzir na área de Aeródromo, devem ser propostos pelo comandante da sub-unidade e devem fazer um teste fornecido pela ETA/GP, após o qual ficarão aptos ou inaptos a conduzir na área do aeródromo.

O teste comprova os conhecimentos dos condutores nas seguintes áreas:

»» Geografia do aeródromo;

»» Sinais do aeródromo (marcas e luzes);

»» Regras de Tráfego Aéreo relacionadas com a operação no solo;

»» Regras de Segurança Rodoviária em Aeródromos.

Os condutores para circular na Área do Aeródromo, devem obedecer prioritariamente a: (4)

- ⇨ Instruções verbais da Torre de Control, via rádio;
- ⇨ Sinais luminosos da Torre de Control;
- ⇨ Sinalização de pavimento e em painéis;
- ⇨ Sinalização de Transito.

Manobras Proibidas:

- ⇨ Inversão do sentido de marcha, a menos de 10 metros de qualquer parte de uma aeronave, a não ser para abastecimento, carga, descarga ou reboque;
- ⇨ Aproximar uma viatura de frente para qualquer aeronave.
- ⇨ Passar com uma viatura por baixo das asas, estabilizadores, pás das hélices ou rotores de qualquer aeronave;
- ⇨ Conduzir ou parar uma viatura a menos de 15 metros, à frente de uma aeronave com os motores em marcha.

Reboque e Rolagem

Aspectos Importantes: (3)

- Composição da equipa de reboque;
- Atribuições da equipa de reboques;
- Calços.

Fig. 269: Reboque EH-101.

Composição da equipa de reboque

- ⇨ O número mínimo de mecânicos necessários para efectuar um reboque de uma aeronave varia de acordo com as condições do local onde a aeronave tiver de se movimentar;
- ⇨ É sempre obrigatório em todos os reboques a presença de um mecânico aos travões e de um responsável pelo reboque no exterior da aeronave;
- ⇨ Nas operações de marcha a trás ou em manobras apertadas, deve estar um mecânico junto da cauda e um em cada ponta da asa;

- ⇨ A Equipa deve ser composta por 6 elementos:
    1. Condutor do tractor;
    2. Responsável pelo reboque;
    3. Mecânico aos travões da aeronave;
    4. Mecânico junto da cauda da aeronave;
    5. Mecânico junto da asa esquerda da aeronave;
    6. Mecânico junto da asa direita da aeronave.

O responsável pelo reboque deve: (5)

- ⇨ Dirigir as operações de reboque e colocar-se em posição tal, que possa vigiar os procedimentos de cada membro da equipa (normalmente em frente ao tractor);
- ⇨ Informar os componentes da equipa de todos os procedimentos a seguir;
- ⇨ Verificar se a roda de nariz está desbloqueada;
- ⇨ Inspeccionar os amortecedores e os pneus do trem de aterragem;
- ⇨ Inspeccionar a lança de reboque afim de verificar se a mesma se encontra em boas condições de utilização.

O condutor do Tractor: (5)

- ⇨ Para rebocar aeronaves o condutor do tractor tem de estar qualificado para o efeito;
- ⇨ Antes de iniciar o reboque, o condutor verificara se o tractor está em boas condições;
- ⇨ Em caso de emergência, deve obedecer de imediato a um pedido de paragem feito por qualquer membro da equipa;
- ⇨ Durante o reboque da aeronave, o condutor do tractor não pode fazer manobras bruscas;
- ⇨ Durante a manobra de aproximação do tractor à aeronave, o condutor deve parar o tractor a 8 metros da aeronave e só iniciar a aproximação para o engate da lança ao tractor quando o responsável pelo reboque ordenar.

Mecânico na Cabine: (2)

- ⇨ Serve para actuar os travões da aeronave em caso de emergência;
- ⇨ Antes de iniciar o reboque deve inspeccionar a pressão do acumulador de emergência dos travões, para que em caso de necessidade a actuação seja eficaz.

Mecânicos das pontas das asas e cauda da aeronave: (1)

- Devem-se colocar mecânicos às pontas das asas e cauda, quando a necessidade de movimentar a aeronave junto de obstáculos.

Calços: (1)

- Durante a operação de reboque, os calços devem acompanhar a aeronave e estarem à mão, para o caso de ser necessária a sua utilização durante uma emergência.

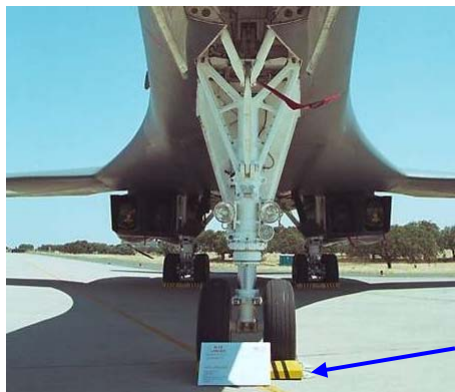



Fig. 270: B2: Calços.

Zonas de Perigo

As zonas de perigo são agrupadas em:

- Asa Fixa:
    - Aviões Convencionais;
    - Aviões a Reacção.
- Asa Rotativa:
    - Helicópteros.
- Aeronaves em Geral.

Aviões Convencionais

⇨ Distâncias a respeitarem.

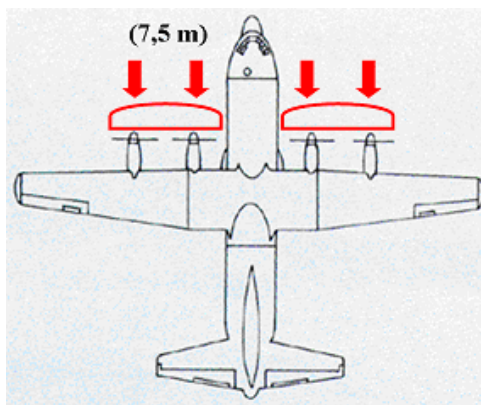



Fig. 271: Plano de Rotação do Hélice.

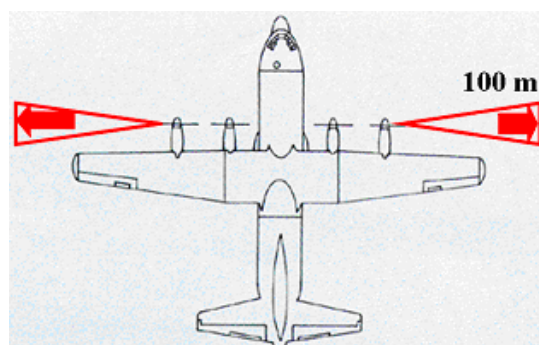



Fig. 272: Enfiamento da Pás do Hélice

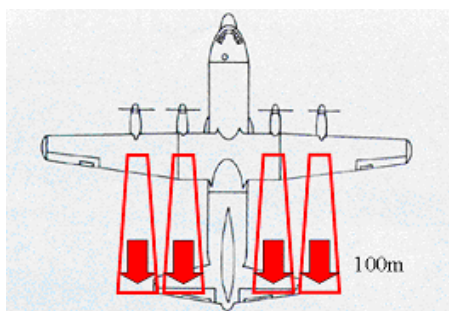



Fig. 273: Zona por Trás da Hélice.

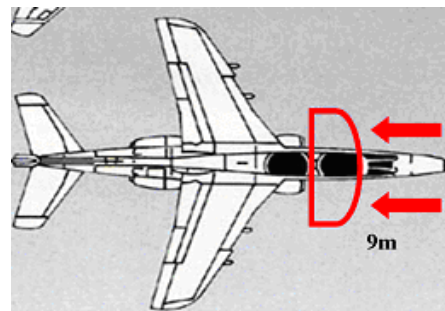



Fig. 274: Zona de Entrada de Ar.

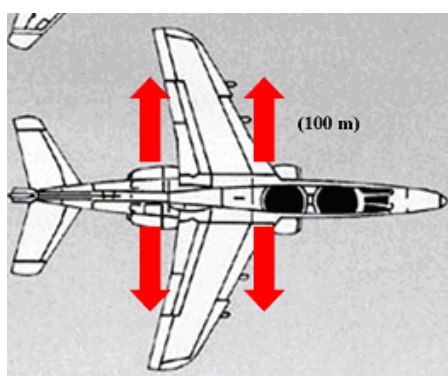



Fig. 275: Zona de Turbina e Compressor.

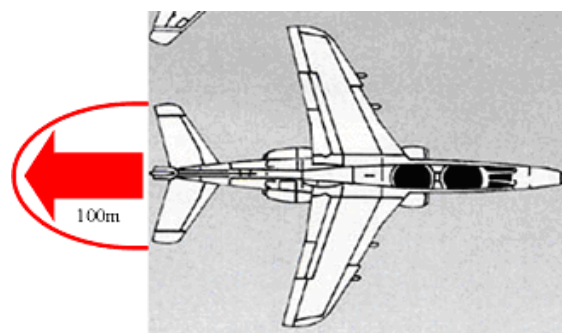



Fig. 276: Zona de Escape.

Helicópteros

- ⇨ Distâncias a respeitarem.

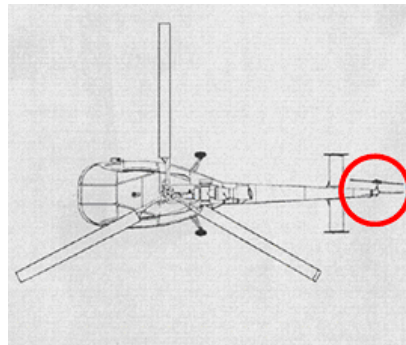
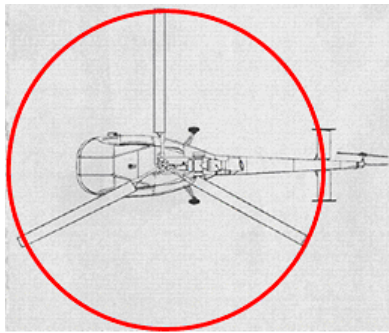



Fig. 277: Zona de Rotação das pás do Rotor Principal. **Fig. 278: Zona de Rotação das pás do Rotor de Cauda.**

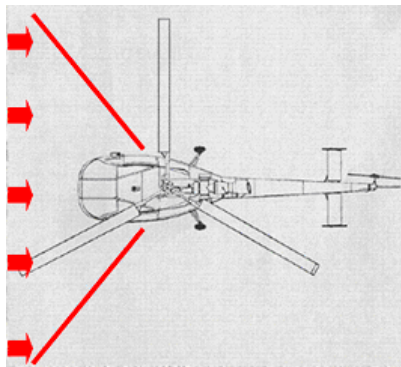
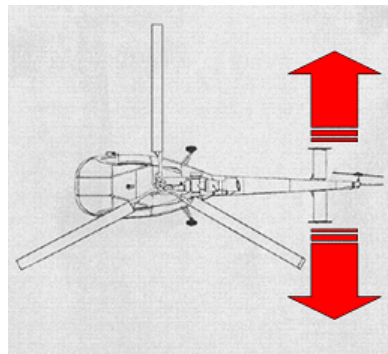



Fig. 279: Zona de Aproximação. **Fig. 280: Zona Rotação de Cauda.**

Cuidados Especiais: (2)

- ⇨ Ruído dos Motores:
    - o Usar Supressores.
- ⇨ Radar:
    - o Ter muito cuidado com a zona de varrimento do radar.

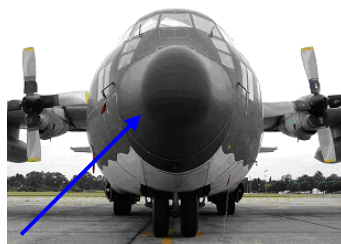



Fig. 281: Radar C-130.

RECEPCIONAR E DAR SAÍDA A AERONAVES

Sinalização

Esta sinalização para movimentação de aeronaves no solo, foi efectuada tendo como base os normativos de standartização 3117 da Organização do Tratado do Atlântico Norte, a 41/42A do Comité Coordenador de Standartização Aérea, da Organização Internacional de Aviação Civil e da Administração Federal de Aviação norte americana.

Nas operações diurnas a sinalização poderá ser efectuada com as mãos ou raquetes apropriadas.

Fig. 282: Mecânico a receber aeronave.

Fig. 283: Sinalização "Standard" para orientação de aeronaves.

Durante operações nocturnas o sinaleiro usará um par de lanternas luminosas que devem reunir as

seguintes características: devem ser da mesma cor, não devem ser tão brilhantes que possam ofuscar o piloto.

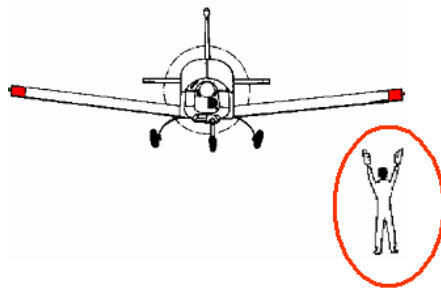
No caso de falha de uma ou ambas as lanternas o piloto deverá imobilizar a aeronave imediatamente.

O posicionamento do sinaleiro varia, conforme o tipo de aeronave, ou seja ,aeronave de asa fixa (avião) ou de asa rotativa (helicóptero), assim:

Identificação do Sinaleiro

- ⇨ Deve estar bem identificado (colete reflector);
- ⇨ De dia deve possuir raquetes sinalizadoras;
- ⇨ De noite lanternas.

Aeronaves de Asa Fixa:

- ⇨ O sinaleiro posiciona-se em frente da asa esquerda, alinhando a sua posição com a ponta da asa, para que o piloto tenha uma visão completa do sinaleiro.

Aeronaves de Asa Rotativa:

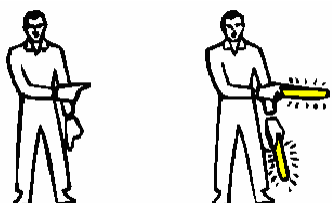
- ⇨ O sinaleiro posiciona-se de frente para o helicóptero de modo a que o piloto o veja perfeitamente (o piloto situa-se normalmente do lado direito do helicóptero).

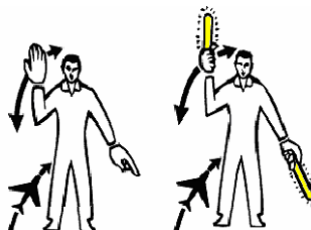
Tipos de Sinalização

- Sinalização para movimentação no solo para todas as aeronaves (aviões e helicópteros);
- Sinalização adicional para aeronaves que possam efectuar voo estacionário (helicópteros e aviões de descolagem e aterragem verticais VTOL).

Recepção de Aeronaves

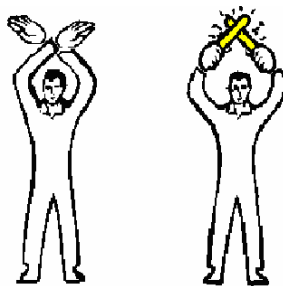
⇨ Prossiga até ao próximo sinaleiro:

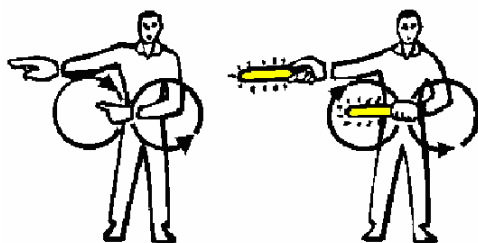
- o Braço direito ou esquerdo em baixo, o outro braço movimenta-se à frente do corpo e estende-se para indicar a direcção do próximo sinaleiro.

⇨ Vire para a direita:

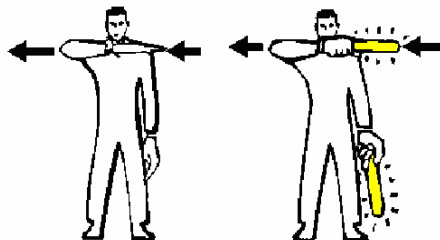
- o Braço esquerdo aponta para baixo (indica para que lado a aeronave deve voltar), braço direito move-se repetidamente para cima e para trás;
- o A rapidez do movimento indica a rapidez de viragem.

⇨ Movimente-se na minha direcção:

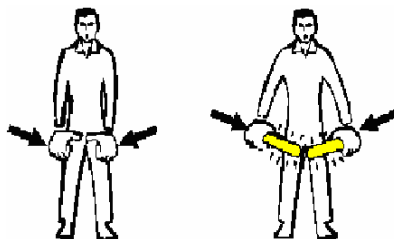
- o Braços ao lado do corpo, palmas das mãos viradas para trás repetidamente movê-las para cima e para trás, até à altura dos ombros.

⇨ Pare (STOP):

- o Braços cruzados acima da cabeça, palmas das mãos viradas para a frente.

⇨ Fogo no motor ou APU:

- o Com um braço faça "oitos" à frente da cintura, com o outro aponte a fonte do incêndio.

⇨ Cortar motor(s) e rotores:

- o Um dos braços e mão à altura do ombro, mão fazendo um movimento como se fosse cortar a garganta.

⇨ Colocar calços:

- o Braços em baixo, polegares virados para a parte de dentro dos braços, afastar e aproximar os polegares.

Parqueamento

O parqueamento das aeronaves deve ser feito de forma a respeitar:

⇨ Segurança/Prontidão/Acção de Manutenção

Disposição:

- Aeronave:
  - Asa Fixa;
  - Asa Rotativa;
- Combustível:
  - JP-8;
  - 100LL.

Fig. 284: Asa Rotativa.

Fig. 285: Asa Fixa.

COLOCAÇÃO DA AERONAVES EM MACACOS, AMARRAÇÃO E PRECAUÇÕES DE SEGURANÇA

ELEVAÇÃO E ESCORAGEM

A elevação de uma aeronave sobre macacos para pesagem, reparação ou trabalhos de manutenção, deverá ser efectuada tendo sempre em consideração que os pesos máximos sobre os apoios têm limites, que não podem de forma alguma ser excedidos. Estes valores, tal como os procedimentos a seguir para a elevação do avião, são indicados na T.O. da aeronave.

Para colocar os macacos, existem pontos devidamente assinalados pelo fabricante para o efeito, normalmente situados nas asas, secção frontal e posterior da fuselagem e nos trens principais.

Fig. 286: Alphajet suportado por macacos.

Elevação Aeronaves em Macacos:

Importante - As instruções abaixo descritas são gerais, sendo sempre necessário à consulta da T.O. específica da aeronave em questão:

1. Coloque a aeronave na doca de manutenção;
2. Coloque os calços nas rodas principais;
3. Ligue a aeronave à terra;
4. Confirmar que não há nenhum equipamento ligado a aeronave;
5. Confirmar que a aeronave não tem nenhum sistema ligado (eléctrico, hidráulico etc.);
6. Verifique se a área de trabalho se encontra limpa e livre de obstáculos;
7. Coloque os apoios dos macacos (mamas ou bolachas) na aeronave;
8. Coloque os macacos debaixo dos apoios (os macacos das asas entram pelo bordo de ataque, e normalmente ficam com duas pernas paralelas à fuselagem; o macaco de nariz não tem preferência de lado de entrada, e fica normalmente com duas pernas perpendiculares a fuselagem);
9. Feche a válvula de by-pass dos macacos;
10. Ajuste a cabeça do macaco ao apoio, e as sapatas ao chão;
11. Afaste os calços das rodas e liberte o travão de parque da aeronave;
12. Eleve a aeronave fazendo subir todos os macacos em simultâneo, até as rodas estarem a uma distância aproximada do chão de 10 cm. Mantenha sempre as seguranças ajustadas;
13. Retirar calços.

"WARNING": Nunca por os dedos debaixo das seguranças, porque no caso de falha hidráulica dos macacos, podem ser esmagados.

"CAUTION": Antes de operar com os macacos de três pernas, confirmar se os apoios dos macacos estão correctamente colocados na aeronave.

Nesta operação e necessário estar um mecânico em cada macaco e outro (chefe de equipa) à frente do nariz do avião. E essencial que a aeronave seja elevada sem que o seu centro de gravidade seja alterado, para isso acontecer, a aeronave não pode alterar a sua atitude nos seus três eixos.

Portanto, durante a elevação de qualquer aeronave e crucial que os macacos sejam actuados uniformemente, sendo da responsabilidade do chefe de equipa coordenar os seus mecânicos para que tal aconteça.

"WARNING": Se durante a elevação da aeronave o seu centro de gravidade for alterado, pode causar a sua queda, provocando assim estragos ou destruição de equipamentos e ferimentos ou morte do pessoal envolvido.

MÉTODOS DE ARMAZENAGEM DE AERONAVES

ESTACIONAMENTO

O estacionamento de aeronaves é geralmente efectuado por períodos curtos na sua permanência em terra, isto é, pelo tempo necessário às operações de reabastecimento, movimento de passageiros e de carga.

A aeronave dever ser dirigida para o local adequado na placa de estacionamento, onde de acordo com o tipo de aeronave, deverão ser seguidas as normas específicas de segurança relativamente ao posicionamento e afastamento de outras aeronaves.

O estacionamento de aviões a jacto, deve ter em consideração as normas de segurança relativamente às áreas de sucção e sopro na zona dos reactores. Estas áreas são definidas pelos construtores dos aviões, tendo em conta a temperatura, velocidade do ar na admissão e escape dos reactores.

Logo que o avião se encontre parado, devem ser colocados calços à frente e a trás das rodas, bem como verificar as ligações estáticas à terra. De seguida, devem ser colocadas as cavilhas de bloqueamento do trem e verificados os bloqueamentos das superfícies de comando.

No caso de um estacionamento prolongado, o avião deve ser colocado sobre macacos, de forma a evitar a carga sobre os pneus.

Devem ser colocadas todas as protecções nas entradas de ar, antenas e tubos de “pitots”.

Em locais onde exista a probabilidade de formação de gelo ou neve, os pneus e superfícies de comando devem ser protegidas, bem como os tanques de água drenados.

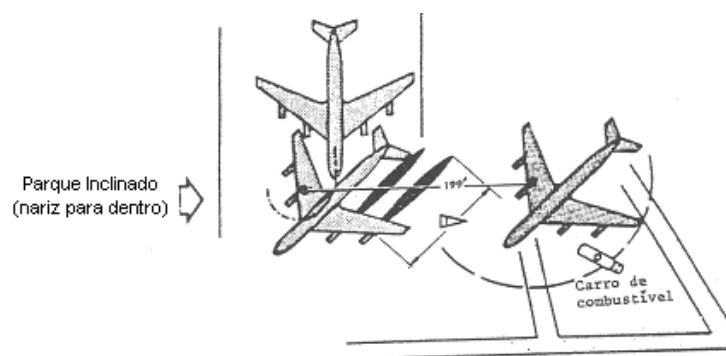



Fig. 287: Tipos de Estacionamento.

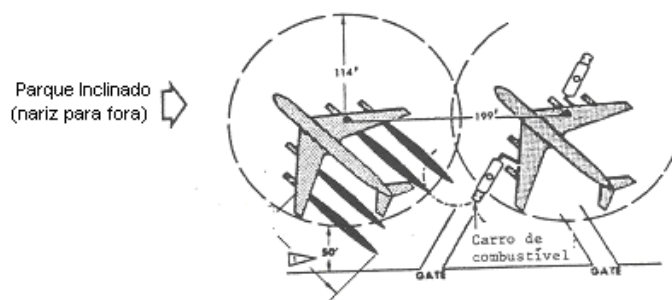



Fig. 288: Tipos de Estacionamento.

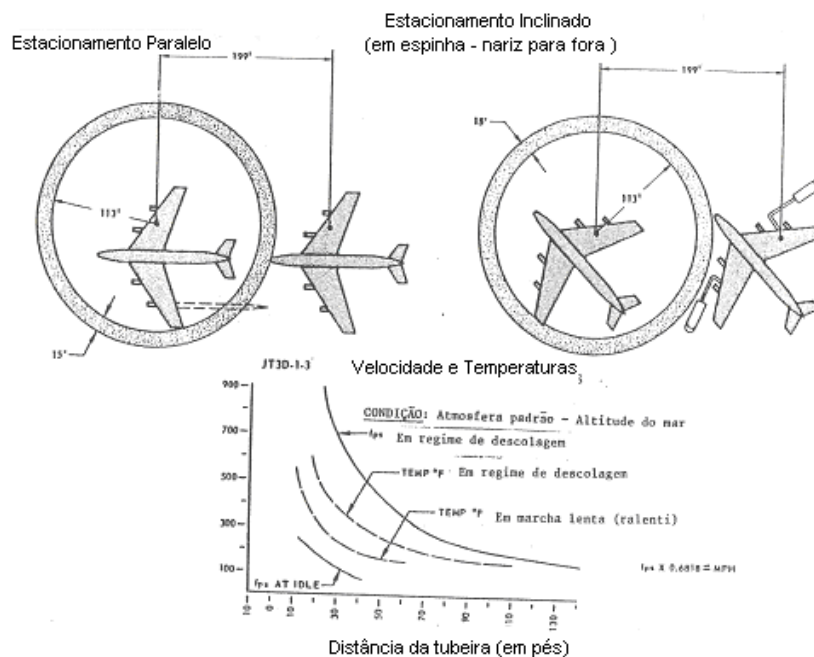



Fig. 289: Distâncias mínimas entre aeronaves estacionadas.

AMARRAÇÃO

No caso de previsão de ventos fortes e quando o estacionamento não se efectuar dentro de um recinto fechado, deve proceder-se à amarração da aeronave às argolas de amarração existentes na placa, e nos pontos da estrutura do avião (calculados pelo construtor). Esses pontos encontram-se normalmente localizados nas asas e no trem de aterragem.

As cordas de amarração do avião devem estar demasiado tensas, de forma a evitar esforços estruturais.

PROCEDIMENTOS DE ABASTECIMENTO E REMOÇÃO DE COMBUSTÍVEL

ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEL

A operação de abastecimento de combustível de um avião, dever ser efectuada tendo em consideração as precauções associadas, de forma eliminar ou minimizar o risco de incêndio provocado pela libertação de vapores de combustível.

Outro aspecto importante a ter em conta, é possível contaminação do combustível por pequenas partículas, que podem vir a originar graves riscos para a operação das aeronaves, originando falhas nas unidades de controlo de combustível.

Existem diversos graus de gasolina de aviação para motores alternativos, que são de forma genérica designados por "Avgas".

O combustível utilizado em turbinas é o querosene, que é designado por AVTUR "JET A1 " (JP-8).

Especificações:

»» AVGAS – Aviation Gasoline (tipo gasolina);
»» AVTUR – Aviation Turbine or Aviation Turbo (tipo querosene);
»» AVTAG – Aviation Turbine and Gasoline (tipo querosene + gasolina).

Um dos problemas a ter sempre em consideração no abastecimento de combustíveis, é a acumulação de água nos tanques devida à condensação. Como forma de segurança, é exigido que os tanques de combustível sejam verificados relativamente à existência de água, e sejam drenados.

Durante uma operação de abastecimento de combustível é necessário ter sempre em consideração alguns princípios, tais como:

- Todas as operações de abastecimento devem ser efectuadas ao ar livre;
- Os motores ou reactores devem estar completamente parados;
- No local de abastecimento existem extintores adequados;
- Ligações à terra, e entre si, de todo o equipamento de abastecimento;
- Drenar a água dos tanques do avião e dos tanques de abastecimento;
- Quando o abastecimento for efectuado por cima da asa do avião, não pisar as áreas "NO STEP" (não pisar);
- Certificar-se de que nas proximidades não estão ligadas fontes de energia eléctrica ou equipamentos que produzam radiações;
- Certificar-se da especificação e quantidade de combustível a abastecer.

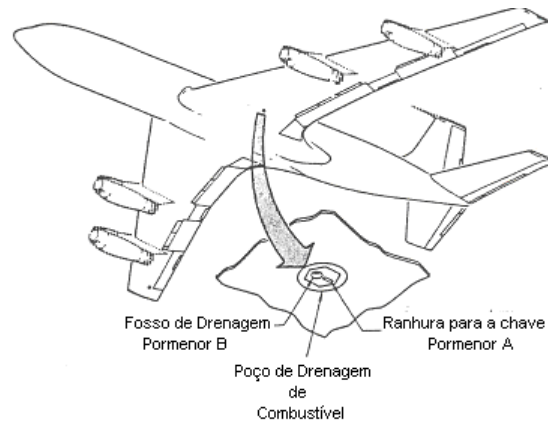



Fig. 290: Poço de drenagem do tanque de combustível.

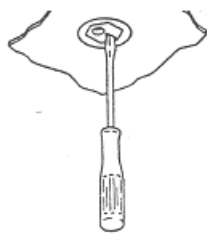
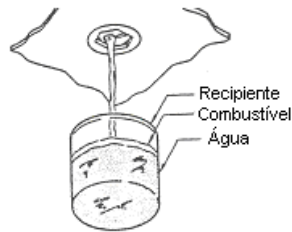



Fig. 291: Pormenor A. **Fig. 292: Pormenor B.**

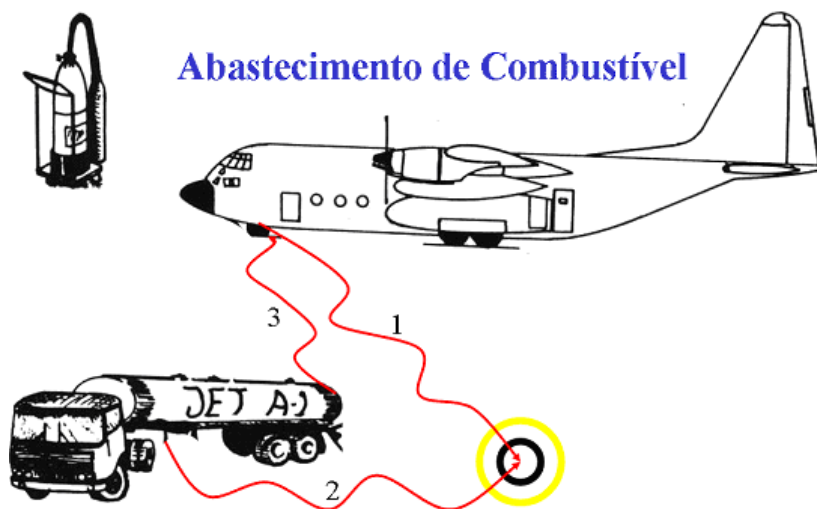



Fig. 293: Ligação à terra do avião e equipamento de reabastecimento de combustível.

ABASTECIMENTO DA AERONAVE COM OXIGÉNIO

Generalidades

O sistema de oxigénio a bordo das aeronaves tem com objectivo preencher as necessidades deste gás, possibilitando um ambiente adequado à vida humana, quando em grandes altitudes o ar é rarefeito.

Existem sistemas de oxigénio de alta (1.800 a 2.000 PSI) e de baixa pressão (400 a 500 PSI). Nos aviões modernos, normalmente são utilizados os sistemas de alta pressão, uma vez que possibilita que num recipiente com um determinado volume seja possível armazenar uma maior quantidade de oxigénio, devido ao aumento de pressão.

As operações que envolvem um abastecimento de oxigénio são muito perigosas e, como tal, obrigam a cumprir regras de segurança extremamente rigorosas indicadas pelos construtores.

O oxigénio é um auxiliar da combustão, apesar de por si só ser incombustível. O oxigénio alimenta as combustões e faz com que os materiais em presença ardam de forma rápida.

Quando o oxigénio entra em contacto com qualquer óleo ou lubrificante, poderá originar uma explosão, seguida ou não e incêndio.

Poderá existir um incêndio ou explosão, quando se aumenta de forma rápida a pressão num cilindro ou sistema, isto motivado pelo aumento brusco da temperatura.

Também uma despressurização efectuada de forma rápida de um cilindro de oxigénio, poderá provocar um incêndio ou explosão, motivado pela incidência do jacto de alta pressão sobre uma superfície suja ou gordurosa.

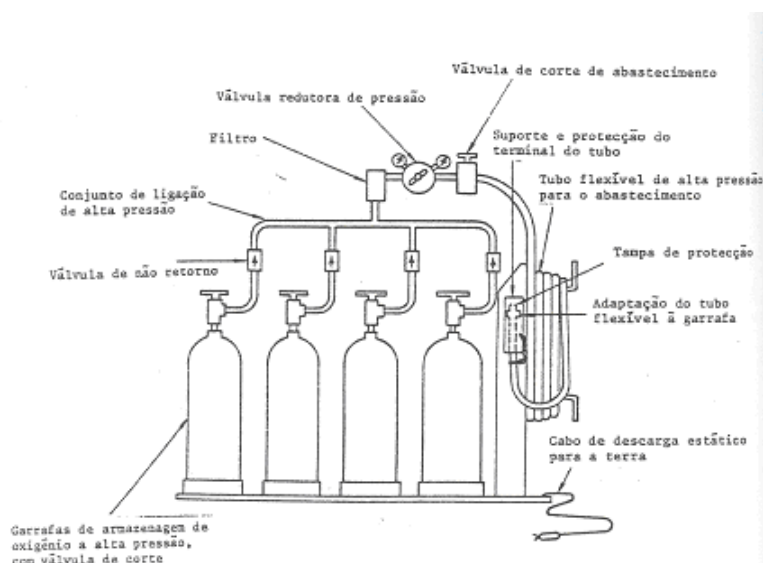



Fig. 294: Esquema do equipamento de abastecimento de oxigénio.

Durante o reabastecimento de uma garrafa de oxigénio, deverá ser tomada em consideração que a velocidade de enchimento e a temperatura do ar exterior, influi na leitura do valor da pressão, pelo que se torna necessário corrigir o valor da pressão com a temperatura.

Armazenamento

Dadas as características de sensibilidade, em especial às variações de temperatura, devem ser tomadas as seguintes precauções na armazenagem:

- ⇨ Proteger os equipamentos contra grandes amplitudes térmicas;
- ⇨ Os cilindros podem ser armazenados ao ar livre, mas dentro de determinados condicionalismos. Devem ser evitadas as influências directas dos excessos climatéricos e o contacto directo com o solo, para evitar a corrosão pela ferrugem. Durante o Inverno os cilindros devem ser protegidos da acção directa do gelo e da neve; no Verão protegê-los contra a acção directa dos raios solares e permitir uma ventilação suficiente de molde a evitar que a temperatura nunca exceda os 52,6º C (125º F). Isto também é muito importante no caso dos trailers de LOX, para evitar que a evaporação constante provoque excessos de pressão;
- ⇨ Nunca armazenar os equipamentos junto a óleos, gorduras ou quaisquer outras matérias inflamáveis;
- ⇨ Evitar a aproximação de objectos contundentes;
- ⇨ O local de armazenagem não deve estar exposto a humidades constantes;
- ⇨ Nunca armazenar o oxigénio junto a fontes de energia eléctrica;
- ⇨ Depósitos vazios não devem estar misturados com os cheios;
- ⇨ Se a tampa de qualquer válvula de segurança gelar, nunca tentar descongelá-la com uma fonte de calor directa, pois poderá à fusão a tomada de segurança; retirar o equipamento para um compartimento aquecido e aguardar que a válvula descongele lentamente;
- ⇨ Manter uma ventilação adequada dentro do armazém, para evitar concentrações perigosas de oxigénio;
- ⇨ Proibição rigorosa de fumar onde quer que exista oxigénio armazenado.

Quando for necessário o transporte ou transferência de equipamentos, devem ser observadas as seguintes medidas de segurança:

- ⇨ Antes de movimentar qualquer equipamento, devem ser devidamente fechadas as válvulas e colocadas as respectivas tampas de protecção;
- ⇨ Para a transferência de cilindros devem ser utilizados carros de mão apropriados e haver o cuidado de os apertar bem para não chocarem durante o transporte;
- ⇨ Sempre que não haja carro apropriado, o cilindro pode ser transportado à mão, inclinando-o e fazendo-o rodar do seu rebordo circular da base. Nunca desloque um cilindro po arrastamento ou a rolar;
- ⇨ Nunca deixar cair um cilindro nem permitir que choquem uns contra os outros;
- ⇨ Nunca utilizar alavancas junto das válvulas ou tampas de protecção para tentar arrancar cilindros que estejam agarrados ao solo ou gelo;
- ⇨ Os cilindros nunca devem ser levantados pelas válvulas ou tampas de protecção. Também não devem ser utilizados guinchos ou discos electromagnéticos para o seu levantamento;
- ⇨ Quando transportados em veículos auto, comboios ou aeronaves, os cilindros devem ser cuidadosamente fixos para evitar oscilações ou que se voltem.

Nota: *Quando os trailers ou cilindros não dispuserem dum local próprio para armazenagem e tiverem que ficar dentro dos hangares, juntamente com outras máquinas e outros materiais, deve-lhes ser reservada uma área, a qual deverá ser protegida e assinalada com inscrições apropriadas: OXIGÉNIO (ALTA PRESSÃO OU LÍQUIDO) – PROIBIDO FUMAR, FAZER LUME, ETC., para obstar que elementos não familiarizados com as características próprias do oxigénio possam, involuntariamente, dar origem a graves incidentes.*

Manuseamento, Abastecimento e Descontaminação

1 – Oxigénio líquido

Os perigos potenciais que envolvem as operações de reabastecimento de oxigénio líquido dos sistemas das aeronaves, são devidos às características próprias do oxigénio, em que a mais pequena distracção pode dar origem a explosões, devido à sua propriedade de activar rapidamente as combustões de todas as matérias inflamáveis, altas pressões, devido ao espaço reduzido a que é sujeito, danos pessoais e falhas de material, as mais diversas devido à sua temperatura baixa, etc.

Pessoal e responsabilidade

Compete ao Supervisor saber se existem ou não as medidas de segurança necessárias e se estas estão a ser cumpridas, que cada elemento está devidamente identificado e treinado acerca dos perigos que o manuseamento do oxigénio líquido comporta e dos meios de segurança necessários para levar a cabo a sua missão.

Apenas pessoal devidamente treinado e qualificado deverá ser autorizado a manusear e efectuar operações de reabastecimento de oxigénio. O pessoal deve, pois, ser escolhido de acordo com o seu grau de qualificação e conhecimentos demonstrados.

O número de elementos autorizados a participar nas operações de reabastecimento de oxigénio, deve ser reduzido ao mínimo indispensável. Dois elementos são considerados o máximo necessário para levar a bom termo qualquer operação desta natureza: um junto ao carro abastecedor e o segundo junto à aeronave a ser reabastecida, a fim de controlar as indicações dos equipamentos respectivos.

Perigos mais comuns

Apesar das suas características próprias de activar rapidamente todas as matérias inflamáveis, o oxigénio líquido possui ainda outros aditivos inflamáveis, tais como: hidrocarbonetos, os quais aumentam durante a vaporização e os processos de armazenagem, transferências, abastecimentos e manuseamento, que o tornam ainda mais melindroso e susceptível de reagir negativamente.

As reacções violentas de oxigénio podem acontecer quando em contacto com gases ou sólidos combustíveis, sob certas condições de temperatura e pressão e em presença de fontes de ignição, como por exemplo a electricidade estática, chamas, chispas, ondas de choque (provocadas por impactos) etc.

Os materiais combustíveis mais comuns, que podem provocar fogo ou explosão, em contacto com o oxigénio são: óleos, gorduras, solventes, alcatrão, gasolina, JP-4, álcool, acetona, gás butano e propano, madeira, roupas de lã e fibras sintéticas, papel, cortiça, algodão e tintas.

Posto isto, quando em presença ou na vizinhança de LOX, deve observar-se os seguintes aspectos:

a) Reduzir ao mínimo as possibilidades de vaporização de LOX e a adição de contaminantes, mediante operações cuidadas;

b) Não fumar nem permitir que outros fumem dentro das áreas de manuseamento de LOX, num raio inferior a 15m (50’), nem fazer abastecimentos de combustível ou estacionar aeronaves num raio inferior a 23m (75’);

c) Não transportar nem permitir o transporte de fontes de chama, tais como: fósforos, isqueiros e

tabaco, seja qual for o pretexto dentro das áreas de manuseamento de LOX, num inferior a 15m;

d) Fazer uma ligação directa à massa, de todas as unidades envolvidas no abastecimento de oxigénio, (recipientes, atrelados, aeronaves, etc.)

e) Manter a área, equipamentos, peças de ferramentas e vestuário livres de óleos, gorduras ou quaisquer outros tipos de matérias combustíveis;

f) Evitar, na medida do possível, entornar LOX. No caso de haver derrame excessivo, a área deve ser evacuada imediatamente;

g) No caso dum derrame no vestuário dalgum executante, durante as operações de abastecimento ou transferências, esse vestuário deve ser imediatamente posto de parte e substituído. Não esquecer que o vestuário absorve rapidamente o LOX e liberta-o muito lentamente e qualquer fonte de chama pode fazê-lo arder muito rapidamente.

h) As condições da atmosfera ambiente devem ser consideradas antes de ser aberta a válvula de alívio e deixar sair o oxigénio para a atmosfera. Sempre que se pretenda fazê-lo, evitar que o mesmo seja dirigido para equipamentos motorizados, covas existentes no local, drenos destinados à água, zonas para fumadores, etc.;

i) Extinguir rapidamente qualquer tipo de chama, em áreas onde existam equipamentos de oxigénio;

j) Qualquer fuga de oxigénio deve ser neutralizada, se possível, por meio das válvulas respectivas;

k) Todo o LOX derramado sobre materiais inflamáveis, deve ser removido por intermédio duma mangueira com um forte jacto de água ou ar comprimido;

l) Colocar um extintor de CO_2 junto à aeronave que está a ser abastecida.

Não abastecer ainda quando:

- ⇨ O vento for superior a 35 nós;
- ⇨ Existam trovoadas ou relâmpagos num raio de 6 km;
- ⇨ Esteja a chover;
- ⇨ Estejam pessoas dentro do avião;
- ⇨ Esteja o gerador de energia ligado à aeronave;
- ⇨ Estejam as baterias ligadas;
- ⇨ Esteja o radar a funcionar;

Precauções durante a passagem do LOX a gasoso:

- ⇨ Nunca sujeitar o LOX a um determinado espaço;
- ⇨ Quando o carro abastecedor vai ter de ficar só, por algum tempo e não se sabe quando vai ser utilizado de novo, deixar ficar aberta a válvula de alívio, de acordo com as instruções de segurança operacional;
- ⇨ Nunca deixar o LOX num recipiente fechado ou retido num tubo entre 2 válvulas; abrir sempre, pelo menos, uma das válvulas para a saída de qualquer quantidade de oxigénio retido;
- ⇨ Verificar periodicamente as válvulas de segurança para avaliar o seu grau de funcionamento.

Precauções devido às baixas temperaturas

As baixas temperaturas a que o LOX é manuseado, podem apresentar vários perigos para o pessoal que com ele tem que lidar. Estes perigos são muito semelhantes aos causados pelas queimaduras por contactos prolongados com massas de gelo ou queimaduras térmicas, mas como a temperatura do LOX é cerca de 220º C inferior à temperatura do corpo humano, o seu efeito é instantâneo.

Todo o pessoal ligado a operações de abastecimento e outras, como LOX, deve ter em atenção o seguinte:

- ⇨ Utilizar sempre equipamento adequado de protecção e segurança;
- ⇨ Nunca tocar ou manusear equipamentos ou canalizações, contendo LOX, com as mãos desprotegidas; usar sempre luvas de protecção adequadas.

  Nota: *É obrigatória a existência de chuveiros e tinas de água, próximo da área de abastecimento, para descontaminação imediata de áreas do corpo onde tenha havido derrame de LOX.*

2 – Oxigénio Gasoso

Os perigos potenciais decorrentes do manuseamento do oxigénio gasoso são devidos às suas características comburentes e à sua armazenagem em recipientes a altas pressões. Como gás que é, os principais perigos são devidos à sua força elástica transmitida às paredes dos recipientes em que se encontra armazenado e pela sua saída abrupta através das válvulas.

Por exemplo, se as válvulas dum cilindro com oxigénio gasoso a 2.500 PSI fosse partida, esse cilindro teria uma aceleração inicial correspondente a uma força de 2.600 lbs e atingiria uma velocidade de cerca de 38 m/s (136,8 km/h) em cerca de 1/10 de segundo. Um perigo potencial a acrescentar aos já descritos é a sua característica de aumentar a pressão com o aumento da temperatura (como qualquer gás).

Os cilindros de oxigénio gasoso podem explodir com grande violência; válvulas e outras adaptações podem ser ejectadas dos seus alojamentos, quando os cilindros são expostos a temperaturas superiores ao normal.

Os cilindros destinados à armazenagem de oxigénio são concebidos para suportar variações de pressão dentro de determinados parâmetros; quando estes são excedidos por abuso ou negligência, dão normalmente origem a grandes desastres.

Pessoal e responsabilidades

As principais responsabilidades cabem ao supervisor que deve verificar se existem as condições de segurança necessárias e se estas estão ou não a ser postas em prática. Deve também certificar-se que cada elemento da equipa que supervisiona está devidamente identificado e treinado acerca dos perigos e precauções de segurança, adequados ao trabalho em curso.

Precauções no manuseamento de cilindros

Todo o pessoal que manuseia cilindros de oxigénio gasoso deve ter presente o seguinte:

- Fechar sempre as válvulas e colocar as tampas de protecção respectivas, quando os cilindros não estão em utilização;
- Manobrar os cilindros com todo o cuidado; oscilações bruscas, choques ou quedas danificam os cilindros, válvulas ou outros dispositivos de segurança e provocam fugas, podendo mesmo causar a ruptura duma válvula e fazer dum cilindro inofensivo, um foguete muito perigoso;
- Nunca fazer dum cilindro de oxigénio um assento ou objecto de diversão;
- Antes de fazer qualquer ligação à válvula do cilindro, deve abri-la um pouco e fechá-la de imediato para limpar quaisquer partículas de sujidade que seriam levadas no fluxo de oxigénio se esta operação não fosse feita;
- Nunca limpar válvulas de cilindros junto de possíveis fontes de ignição;
- Nunca colocar as mãos, ou qualquer outra parte de corpo, em frente de qualquer válvula de saída de oxigénio;
- Se qualquer válvula manual oferecer resistência ao abrir, retirar o corpo da direcção do fluxo e exercer maior força até que ela abra. Nunca fazer uso de chaves francesas ou martelos, pois qualquer indivíduo de força média, faz accionar este tipo de válvulas manualmente;
- Não mexer ou interferir com os equipamentos de segurança, válvulas e cilindros de oxigénio;

- ⇨ Nunca forçar as ligações ou adaptações que não se ajustam facilmente;
- ⇨ Não tentar reparar ou fazer qualquer alteração em válvulas ou cilindros; tais operações só deverão ser levadas a cabo por pessoal especializado para o efeito;
- ⇨ Se for detectada qualquer fuga à volta do alojamento duma válvula, na altura em que é aberta, fechá-la imediatamente; se ainda assim não para a fuga de oxigénio, retirar o cilindro para um espaço ao ar livre, colocar-lhe uma etiqueta indicando o seu estado e manter as pessoas e quaisquer fontes de ignição à distância;
- ⇨ Se notar que uma fuga junto a qualquer válvula de segurança, tem tendência a agravar-se, retirar o cilindro para um local ao ar livre, abrir a válvula e deixar que o oxigénio saia lentamente para a atmosfera, mantendo pessoas e quaisquer fontes de ignição à distância;
- ⇨ Quando os cilindros são colocados ao alto, tomar precauções para que os mesmo não tombem e rolem;
- ⇨ Nunca permitir que qualquer fonte de ignição se aproxime de cilindros com oxigénio;
- ⇨ Nunca permitir que óleos, gorduras, tintas, combustíveis, solventes ou quaisquer substâncias de inflamação rápida se aproximem de cilindros, válvulas ou filtros de oxigénio;
- ⇨ Nunca lubrificar válvulas, ligações, reguladores, e indicadores de oxigénio com óleos ou gorduras;
- ⇨ Não manusear cilindros, válvulas ou adaptações com mãos ocupadas com luvas ou sujas por substâncias gordurosas ou combustíveis;
- ⇨ Nunca permitir o contacto de cilindros de oxigénio com quaisquer fontes de electricidade.

ABASTECIMENTO DA AERONAVE COM ÓLEO

Lubrificação

Quando duas peças se encontram em contacto e existe movimento relativo entre elas, há uma força que se opõe ao deslocamento, designada por atrito. Para eliminar ou reduzir o atrito é colocada uma película de óleo entre as superfícies em contacto.

Um bom lubrificante é aquele que consegue manter inalteráveis, todas as propriedades para as condições de trabalho que foi projectado.

Os óleos quando circulam nos motores têm como funções lubrificar e absorver o calor dos diversos componentes.

Em aeronáutica são usados lubrificantes sólidos e líquidos.

Os lubrificantes líquidos são designados como óleos, e utilizados em órgãos onde exista necessidade de muita lubrificação, elevado desenvolvimento de calor e ainda necessidade de vedação entre os diversos entre os órgãos em movimento. Como exemplos de aplicação temos os motores e turbinas.

Os lubrificantes sólidos são designados como massas, e a sua utilização é em locais onde não exista necessidade de lubrificação abundante, nem elevado desenvolvimento de calor. Como exemplos de aplicação temos as calhas de deslizamento dos flaps e os cubos das rodas.

A selecção de um lubrificante deve obedecer a critérios rigorosos de ordem técnica, como tal, devem bem presentes todas as regras de segurança, sempre que se efectuem trabalhos de lubrificação de componentes ou abastecimento de óleo aos diversos componentes. Os lubrificantes só podem ser utilizados de acordo com as especificações dos fabricantes dos equipamentos.

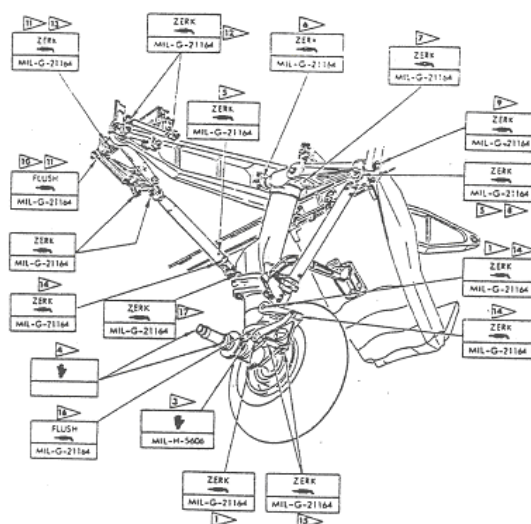



Fig. 295: Lubrificação do Trem.

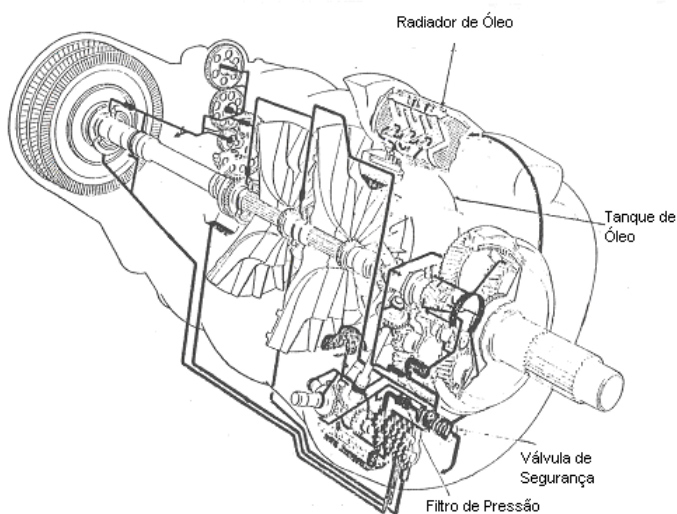



Fig. 296: Diagrama de circulação do óleo.

De seguida, podemos observar alguns pormenores de abastecimento de óleo a diversos componentes de aeronaves.

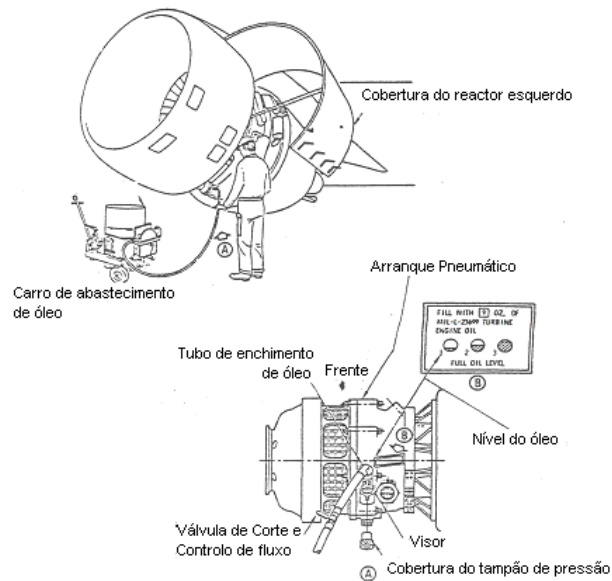



Fig. 297: Abastecimento de óleo ao motor de arranque de um reactor.

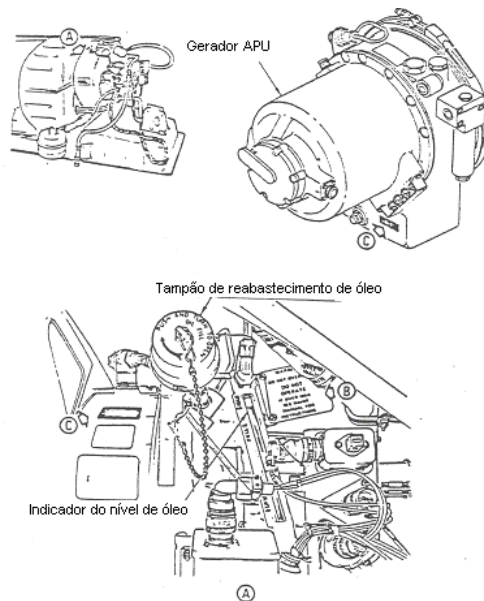



Fig. 298: Reabastecimento de óleo ao APU.

PROCEDIMENTOS DE DESCONGELAMENTO E DE ANTI-CONGELAMENTO

INTRODUÇÃO

Fig. 299: C-130 a operar a temperaturas negativas.

As diferentes espécies de gelo, juntamente com a turbulência e o nevoeiro são os maiores perigos naturais para a navegação aérea.

Os Sistemas de Degelo removem o gelo após este se ter formado, os Sistemas de Anti-gelo, evitam a sua formação.

Nas Superfícies das Aeronaves formam-se três tipos de Gelo:

- ⇨ Poroso;
- ⇨ Vítreo;
- ⇨ De Indução.

Fig. 300: Gelo Poroso.

Fig. 301: Gelo Vítreo.

Fig. 302: Gelo de Indução.

Os principais Perigos e Inconvenientes da formação de Gelo:(2)

»» Modificação do Perfil das Asas;

»» Alteração das Forças Aerodinâmicas.

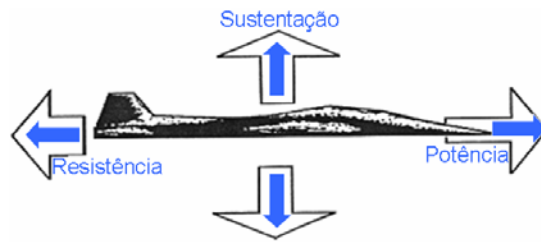



Fig. 303: Efeitos da acumulação do Gelo.

PROCESSOS DE DEGELO E ANTI-GELO

Degelo

Consiste num processo que implica a utilização de sistemas que removam o gelo após a sua formação. A aplicação intermitente de calor, fluído ou força mecânica.

Os processos de degelo são:

- ⇨ Líquidos Químicos;
- ⇨ Mecânico – Pneumático.

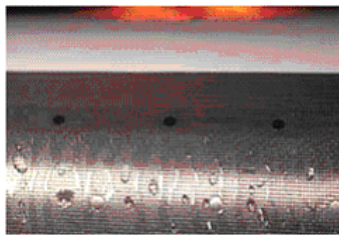



Fig. 304: Líquidos químicos.

Anti-gelo

Consiste num processo que se baseia em sistemas que previnem a formação de gelo. A aplicação contínua de calor ou fluído.

Os processos de Anti-gelo são:

- ⇨ Ar quente;
- ⇨ Resistências.

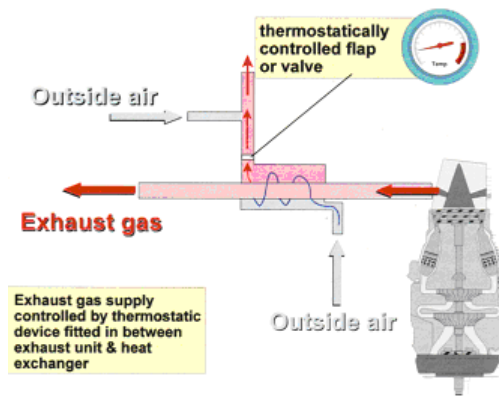



Fig. 305: Ar quente.

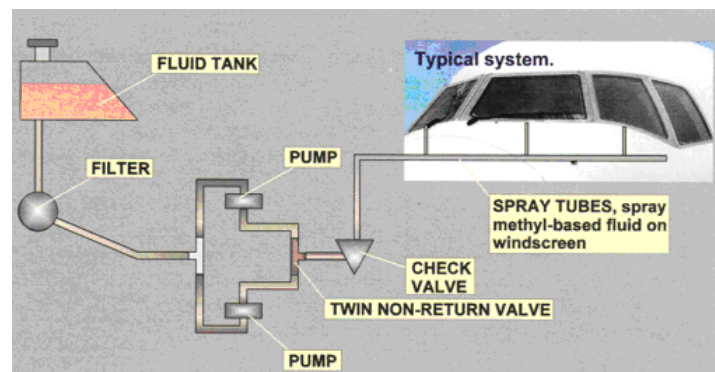



Fig. 306: Ar quente.

DEGELO EM AERONAVES EM TERRA

Quando uma aeronave entra no hangar para o degelo, tem que se ter em atenção a água resultante deste processo, pois esta pode voltar a congelar (temperaturas abaixo de zero), como tal, implica ter em atenção um possível recongelamento do líquido.

Fig. 307: Degelo de aeronave em terra.

Para remover os depósitos de geada, os aviões são colocados num hangar aquecido. São utilizados fluidos removedores, compostos à base de glicol etileno e álcool isopropílico.

Inspecção antes de Voo

Depois do estacionamento de uma aeronave em que as condições climatéricas são susceptíveis de originar a formação de neve ou gelo, deverá antes do voo, ser executada uma inspecção relativamente à existência de neve ou gelo, com principalmente cuidado nas seguintes zonas:

- ⇨ Superfícies superiores da fuselagem;
- ⇨ Asas;
- ⇨ Estabilizadores;
- ⇨ Tubos de pitot;
- ⇨ Superfícies de controlo de voo e os seus pontos de fixação;
- ⇨ Sensores de temperatura do ar;
- ⇨ Entradas de ar;
- ⇨ Entradas de ar dos reactores.

Fig. 308: Formação de neve ou gelo.

ABASTECIMENTO ELÉCTRICO, HIDRÁULICO E PNEUMÁTICO

ABASTECIMENTO ELÉCTRICO

A energia necessária para a actuação da maior parte do equipamento eléctrico de uma aeronave é fornecida por um gerador, que pode ser do tipo de corrente contínua (c.c.) ou de corrente alternada (c.a.).

Em quase todos os sistemas eléctricos utilizados em aeronaves, uma bateria tem a seguinte função principal:

- ⇨ Fonte de alimentação para grandes cargas de curta duração, quando não está disponível um gerador ou uma fonte de alimentação de terra, por exemplo, arranque APU ou Pat-Pat.

Quando for efectuado o fornecimento de energia eléctrica por um equipamento exterior a uma aeronave é imprescindível saber qual o valor de tensão usado (24 Volts ou 115 Volts) alterna ou contínua.

Fig. 309: Gerador 115/28.

ABASTECIMENTO HIDRÁULICO

Nas aeronaves modernas a energia hidráulica é utilizada para fazer movimentar diversos componentes imprescindíveis às operações de voo. Como tal, esta energia é utilizada na movimentação dos lemes de comendo da aeronave, piloto automático, actuar os travões, subir e descer o trem de aterragem, etc.

O abastecimento de óleo hidráulico é normalmente executado através de um sistema de bombagem do equipamento de terra.

Existem várias especificações de óleo hidráulico com aplicação aeronáutica, assim o reabastecimento de um sistema, deve ser executado de acordo com a especificação indicada pelo fabricante.

É importante relembrar que a mistura de dois tipos de óleo num sistema, pode provocar a sua inoperatividade por deterioração dos vedantes das entradas dos actuadores hidráulicos.

Os óleos hidráulicos de uma forma geral são altamente corrosivos, o que implica algumas precauções durante a sua utilização, de forma a evitar qualquer tipo de derrame.

Na FAP, o óleo mineral MIL- H – 5605, de baixo ponte de congelação, cor vermelha e muito fluido.

Fig. 310: Teste Hidráulico.

ABASTECIMENTO PNEUMÁTICO

Sistema de Ar Condicionado e Pressurização em Aeronaves Convencionais

Os Sistemas de Ventilação são sistemas de ar condicionado, que arrefecem a cabine de modo a manter uma temperatura agradável. O aquecimento é particularmente importante, pois quando o avião voa a grande altitude as temperaturas são negativas.

A Pressurização é necessária quando uma aeronave voa acima dos 30.000 pés. A partir desta altitude, o ar torna-se demasiado rarefeito para que o oxigénio nele contido seja suficiente para permitir a vida humana. Uma das maneiras para respirar a grandes altitudes é criar condições artificiais semelhantes às do nível do mar. Para tal recorre-se à pressurização da cabine, que consiste, em enviar ar à pressão para o interior desta. É óbvio que isto não é assim tão simples, uma vez que é necessário que a pressão se encontre dentro de determinados limites, e que o ar seja enviado limpo e tenha a temperatura adequada.

Sistema de Ar Condicionado e Pressurização em Aeronaves a Reacção

Neste tipo de aeronaves, o sistema de ar condicionado e pressurização é um só. Este sistema, além da situação anterior, também envia ar à pressão para os seguintes sistemas:

- Pressurização de depósitos de combustível, hidráulicos, etc;
- Sistemas Anti-G;
- Junta da Canopy;
- Arrefecimento de compartimentos de electrónicos;
- Desembaciamento do pára-brisas e Canopy,
- Sistema de Degelo e Anti-gelo.

O ar é extraído do compressor do motor ou motores da aeronave. É extraído do último andar ou da secção do difusor. Em alguns aviões pesados, que possuam APU (Auxiliary Power Unit), o ar pode também ser extraído do compressor do motor.

Fig. 311: Turbina – Ar Condicionado.

Turbinas Auxiliares

Algumas aeronaves a reacção durante a fase de arranque de motor têm necessidade de uma elevada quantidade de massa de ar, que é fornecida por uma equipamento exterior.

Fig. 312: Turbina de arranque: RST 184.

EFEITO DA CONDIÇÕES AMBIENTAIS NA ASSISTÊNCIA E NA OPERAÇÃO DE AERONAVES

GENERALIDADES

Quando as condições ambientais são difíceis é necessário estar preparado para contornar da forma mais eficiente todas as dificuldades.

Todas as informações necessárias para estacionar ou guardar uma aeronave em condições normais e anormais ou períodos curtos ou longos sob condições atmosféricas extremas, devem estar presentes e cumpridas de forma rigorosa.

O equipamento e os materiais necessários, tais como calços das rodas, tampas de vedação, bloqueios do trem de aterragem, materiais de cobertura, etc. devem encontrar-se nos locais adequados, para que a sua utilização nos vários procedimentos tipificados em T.O. se tornem simples, rápidos e eficazes.

TÉCNICAS DE DESMONTAGEM, INSPECÇÃO, REPARAÇÃO E MONTAGEM

TIPOS DE DEFEITOS E TÉCNICAS DE INSPECÇÃO VISUAL

ANOMALIAS

As anomalias mais comuns são:

- Descontinuidades;
- Fissuras provocadas por fadiga;
- Corrosão.

Descontinuidades

São interrupções na configuração física e estrutural de componentes, por exemplo:

⇨ Os defeitos de fabrico.

Fissuras provocadas por Fadiga

Ocorrem em peças que em serviço são sujeitas a cargas cíclicas variáveis. A fissura tem origem em zonas de maior tensão e propaga-se através do material originando a *Rotura*.

Corrosão

Estas falhas são as mais comuns detectadas pelo pessoal da manutenção, durante os ensaios não destrutivos.

DEFEITOS

Tipos

Os tipos de defeitos mais frequentes: (8)

- Os Desgastes;
- As Fissuras;
- As Identações;
- A Desagregação de material;
- As Ovalizações;
- Os Empenos;
- As obstruções em micro canais de lubrificação;
- Os Alongamentos ou Deformações.

Os Desgastes

Provocam a diminuição de espessuras e dimensões críticas das peças e que são originados quer pela fricção entre componentes quer pela erosão e pela corrosão generalizada ou localizada;

As Fissuras

Desenvolvem-se perante os continuados esforços a que os componentes estão sujeitos, muitas delas resultantes de micro defeitos de fundição das ligas constituintes dos componentes, outras originadas pelo fenómeno de fadiga.

As Identações

São provocadas pela corrosão localizada e que se revelam como microcavidades nas superfícies, quando o número destas microcavidades é elevado e a sua orientação é preferencial ao longo duma linha, o conjunto destas microcavidades poderá originar uma fissura.

A Desagregação de material

Material fica solto.

As Ovalizações

Os descentramentos e os desalinhamentos (principalmente em peças de revolução, tipo "cárteres", mangas, espaçadores, veios, etc.);

Os Empenos

Caracterizados pela falta de paralelismo entre pontos homólogos da peça e superfícies de referência não planas.

As obstruções em micro canais de lubrificação

Existentes essencialmente em "cárteres" e suportes de rolamentos.

Os Alongamentos ou Deformações

Devido ao fenómeno de fluência (comuns, sobretudo, nas pás das rodas de compressores e turbinas, devido à enorme força centrífuga que se exerce sobre estes componentes, quando em funcionamento e agravado no caso das turbinas pelo elevado aquecimento a que se submetem) e outros de menor relevância.

Este tipo de defeitos são objecto de estudo pormenorizado sempre que se justifique através de Ensaios Não Destrutivos, tal iremos constatar mais à frente.

Avaliação

Avaliação Contínua

A maior parte dos defeitos encontram-se nas superfícies dos componentes, no entanto, é necessário verificar se nas zonas adjacentes sub-superficiais existem defeitos que poderão evoluir até à superfície e nessas condições, podem conduzir à rotura e falência dum componente.

O tipo de defeitos sub-superficiais é do tipo fissuração interna (microfissuras geralmente provenientes de defeitos de solidificação das ligas no acto da sua fabricação ou causadas por um processo de corrosão interno favorecido pelo aumento de temperatura ou exposição a um agente químico, que em função da temperatura penetra por difusão nas ligas até uma certa profundidade susceptível de causar a corrosão), ou ainda de fissuras existentes em superfícies inacessíveis (como por exemplo em microcanais de lubrificação existentes em "cárteres").

INSPECÇÃO VISUAL

Generalidades

A inspecção visual é uma avaliação básica de componentes e corresponde à sua observação visual directa (IV de Inspecção Visual). Esta observação pode ser efectuada a "olho nu" ou com o auxílio de lentes amplificadoras. Estas lentes podem ser de diferente poder de amplificação, de acordo com o critério

instituído para a avaliação e a zona a avaliar.

A inspecção visual em muitos casos trata-se da simples observação a "olho nu", permite detectar uma grande gama de defeitos que merecem uma acção de reparação. Noutras situações, esta observação deve ser complementada com o auxílio de lentes ou através de um outro método.

Fig. 313: Lente amplificadora.

Aplicação

Uma aplicação particular dum método visual por ampliação e simultaneamente requerendo grande sensibilidade táctil é a "**inspecção de rolamentos**". Estes componentes são considerados críticos, uma vez que suportam grandes esforços e são o garante dos conjuntos rotativos.

A eventual existência de pequenas identações, microfocos de corrosão, riscos ou deformação superficial nas áreas de contacto, que se resumem sempre a pontos ou linhas, tratando-se de esferas ou roletes, respectivamente. Também se verifica nas superfícies dos passeios internos e exterior e nas esferas ou roletes, sendo motivo suficiente para originar vibrações no motor, durante o seu funcionamento, e induzir esforços noutros componentes, ou até originar o colapso do próprio rolamento, pelo que a sensibilidade táctil e a acuidade visual dos mecânicos-inspectores que realizam estas funções é fundamental.

Evidentemente que a inspecção de rolamentos não se resume a este tipo de verificação, também são usados outros END para avaliar estes componentes. Este tipo de inspecção é principalmente empregue no decurso de operações de desmontagem em que se efectua a primeira triagem de componentes com eventuais defeitos.

INSPECÇÃO REMOTA

Generalidades

A inspecção visual remota (IVR) é um tipo de inspecção visual indirecta dos componentes a observar, utilizada quando estes se apresentam inacessíveis à observação directa, trata-se de uma técnica de

Endoscopia.

Componentes instalados em conjuntos superiores ou em motores em que não se justifica a sua desmontagem ou remoção, através de furos existentes para alojamento de alguns componentes ou acessórios ou através de furações "cegas" especialmente concebidas para este tipo de inspecção, é possível a observação interior dos motores, ainda que limitada à sua configuração e geometria internas.

Vantagens

- Procedendo regularmente a estas inspecções e acompanhando a evolução de eventuais anomalias, é possível verificar se uma destas se apresenta estável, ou se pelo contrário, se encontra em degradação e medir o grau e a severidade dessa degradação, para tomada duma decisão técnica posterior.

Equipamentos

A Inspecção Visual Remota (IVR) pode efectuar-se através da utilização de um simples espelho com hastes extensíveis e articuladas, ou através de sistemas tipo periscópio (designados por boroscópios do inglês "borescopes"), ou através de equipamentos mais sofisticados munidos de fibra óptica (designados por fibroscópios do inglês "fiberscopes"), ou de microcameras de vídeo de controlo remoto (designados por videoscópios do inglês "videoscopes").

Apresentam-se segundo diferentes configurações envolvendo tecnologias distintas, começaram por ser rígidos, através de tubos de pequeno diâmetro (da ordem dos 8 mm) e de cerca de 1 m de comprimento até apresentarem as extremidades flexíveis.

Actualmente, estes dispositivos apresentam-se completamente flexíveis. A sua principal característica é usarem um feixe estreito de luz através duma fibra óptica que é conduzido desde a superfície a avaliar até ao olho do observador ou digitalmente.

Os recentes desenvolvimentos da miniaturização permitem a instalação de microcâmeras de vídeo nas extremidades destas hastes que se apresentam completamente flexíveis. Em complemento ao dispositivo visual e integrado na mesma unidade estão os comandos para posicionamento da extremidade, cujo controlo é realizado por um "joystick" a partir do ponto de observação.

Outra característica é a possibilidade da imagem visual poder ser apresentada num monitor de vídeo (possível de ser observada por vários inspectores em simultâneo) e ser gravada.

A última novidade associada aos videoscópios é a possibilidade de observação tridimensional, que permite medir remotamente as dimensões dos defeitos detectados. O uso da tecnologia vídeo permite ainda a comparação em tempo real de imagens gravadas (por exemplo a última imagem do defeito em avaliação) com a imagem actual e avaliar-se a evolução registada.

REMOÇÃO DA CORROSÃO, AVALIAÇÃO E PROTECÇÃO ANTI-CORROSIVA

GENERALIDADES

As formas de corrosão mais usuais em manutenção:

- Corrosão Superficial;
- Corrosão Galvânica;
- Corrosão Intergranular;
- Corrosão Sob-tensão;
- Corrosão por Desgaste;

Relembrando, alguns factores que influenciam de forma substancial a corrosão:

»» Clima;
»» Espessura do metal;
»» Material estranho.

PROTECÇÃO E AVALIAÇÃO QUANTO À CORROSÃO

A protecção quanto à corrosão obriga a tratamento de superfícies, isolamento e acabamentos de protecção. Apesar de todos os métodos utilizados, a corrosão e o seu controlo representam graves problemas, que requerem de forma contínua uma manutenção preventiva, a qual deve constar de:

⇨ Limpeza adequada, principalmente de áreas críticas;

⇨ Inspecção pormenorizada quanto à corrosão e falha dos sistemas de protecção, podendo haver necessidade de proceder ao imediato tratamento da corrosão, como retocar a pintura por exemplo.

REMOÇÃO DA CORROSÃO

Um tratamento requer as seguintes operações:

- Remover os revestimentos superficiais, como pintura e primários da área a tratar;
- Remover todos os detritos da corrosão;
- Neutralizar todos os resíduos retidos em fendas ou furos;
- Tratar quimicamente a área afectada e restaurar a película de revestimento superficial de protecção.

2.4. LIMPEZA DA SUPERFÍCIE E REMOÇÃO DA PINTURA

A operação de remoção da corrosão inclui obrigatoriamente a remoção dos revestimentos de protecção e acabamento superficial da área suspeita ou afectada. De forma a assegurar a máxima eficiência do composto decapante, a área em causa deve ser limpa de massas, óleo, poeira e todos os resíduos orgânicos.

Esta acção inicial é de certa forma um auxílio na obtenção da extensão da área corroída, dado que esta dever ser totalmente tratada. Como tal, desta forma reduz-se a possibilidade se continuarem focos orgânicos depois do tratamento.

A selecção do tipo de materiais a usar na limpeza depende sempre da natureza do material a tratar. A área a ser tratada deve ser devidamente isolada das áreas circundantes, de forma, a que resíduos ou sólidos não se alojem em redor na zona com corrosão.

De uma forma geral, os procedimentos a adoptar são os seguintes:

- Cobrir toda a área com o produto decapante, efectuado com uma trincha e ficando este com uma espessura de aproximadamente 1/32” a 1/16”;
- Deixar actuar o produto na superfície, durante um período de tempo adequado à criação de rugas e ao levantamento da cobertura a remover;
- Pincelar novamente a superfície com o produto decapante, até à remoção total da cobertura nos locais onde esta ainda se mantenha aderente;
- Remover a pintura solta e os resíduos do produto decapante, com água corrente e o auxílio de uma escova;
- Caso seja possível e adequado, utilizar equipamento de limpeza que forneça uma solução do composto de limpeza com água quente.

MÉTODOS GERAIS DE REPARAÇÃO

GENERALIDADES

Os efeitos do meio ambiente nos componentes estruturais e não estruturais de uma aeronave, sempre foram uma preocupação para seus fabricantes. Utilizando no fabrico diversos materiais metálicos e não metálicos, estabelecendo-se uma complexa equação de forma a atender requisitos de peso, elasticidade, resistência à fadiga, resistência à corrosão, etc.

A aeronave constitui um grande desafio às leis naturais para o seu objectivo primário seja cumprido, isto é, transportar o homem com segurança.

Existem diversos factores que "facilitam" a corrosão, os mais importantes são:

- Associação de metais diferentes;
- Área de contacto;
- Temperatura;
- Tratamentos Térmicos;
- Tipo e Concentração de Electrólito;
- Oxigénio;
- Microorganismos.

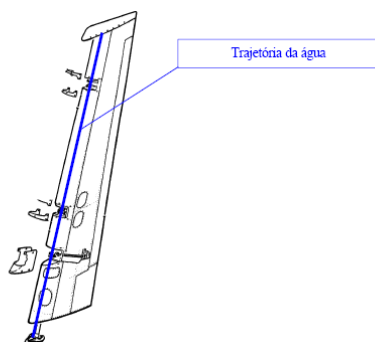



Fig. 314: Possível deposição de Microorganismos.

A selecção de materiais

É um dos aspectos mais importantes e influentes na eficiência da manutenção de uma aeronave. Como tal, durante a sua realização existem regras que têm de ser objecto de estudo pormenorizado, tais como:

- ⇨ A sua combinação nas montagens de conjuntos;
- ⇨ Processos de fabricação;

- Alívio de tensões;
- Protecções temporárias e definitivas contra acção do meio ambiente e ataque microbiológico;
- Necessidades de drenagem de electrólito;
- Acessos especiais para limpeza e manutenção.

CORROSÃO EM METAIS FERROSOS

A ferrugem (óxido de ferro) é uma das formas de corrosão mais conhecidas e que é normalmente um resultado da oxidação atmosférica nas superfícies dos metais ferrosos.

Normalmente, os primeiros indícios da ferrugem podem ser observados, surgem nas cabeças dos parafusos, nas porcas e outras ferragens da aeronave. A sua actuação numa fase inicial não é algumas vezes muito danosa. Contudo, quando existem falhas nas camadas protectoras ou quando as falhas mecânicas expõem superfícies ferrosas em demasiado esforço à atmosfera, mesmo que seja uma reduzida quantidade de ferrugem, pode tornar-se potencialmente perigosa nessas áreas, devendo ser removida e controlada o mais rapidamente possível.

Remoção Mecânica da Ferrugem

De uma forma geral, o meio mais usual de controlar a ferrugem é através da remoção total e posterior protecção das superfícies por protecção anticorrosiva (pintura).

O processo de remoção normalmente utiliza o papel abrasivo (lixa), compostos, escovas de arame de lã de aço, etc. O uso de abrasivos deixa resíduos de ferrugem no fundo de pequenos picos e crateras.

É quase impossível remover todos os produtos da corrosão pelo uso único de métodos abrasivos ou de polir. Como tal, é importante ter presente que a qualquer área que tenha sido removida corrosão, fica sujeita a nova corrosão e agora de modo mais fácil e danoso.

Tratamento Químico das Superfícies de Aço

Existem vários métodos aprovados para "eliminar" a ferrugem, isto é, efectuar a transformação química da ferrugem activa em fosfatos e outras camadas protectoras. Mas estes processos requerem equipamentos e instalações adequadas, sendo por vezes pouco praticáveis. Encontram-se no mercado preparações eficazes para transformar a ferrugem, sendo de aplicação em locais onde a lavagem e a neutralização do ácido é possível e as tolerâncias não são muito críticas.

Este tipo de acção não se pratica em geral no avião de forma directa, uma vez que o uso de inibidores químicos em grupos de peças de aço montadas é indesejável e bastante perigoso. Existe sempre o perigo de retenção de soluções corrosivas, que ocorre quando esses materiais são aplicados dessa forma, e de que pode resultar um ataque de corrosão não controlada, o que se sobrepõe a qualquer vantagem a obter da sua utilização.

Remoção da Corrosão de Partes de Aço em Esforço

Independentemente da forma de corrosão, a sua actuação em superfícies deste tipo de aço é extremamente perigosa e requer o cuidado na selecção de produtos para a sua remoção.

A corrosão deve ser removida metodicamente, utilizando para o efeito uma lixa fina de papel como a vermelha ou a de grão fino de óxido de alumínio ou compostos finos para polir aplicáveis com rodas de polir de pano.

CORROSÃO EM ALUMÍNIO E SUAS LIGAS

O ataque corrosivo nas superfícies de alumínio é geralmente de fácil visualização, dado que os produtos da corrosão são brancos e normalmente mais volumosos do que o material base original.

As ligas de alumínio formam uma oxidação superficial suave, cuja espessura varia entre 0,0010 e 0,0015 da polegada (0.0251mm a 0,0635mm), que não é prejudicial, antes forma uma barreira à penetração dos elementos corrosivos, não podendo por isso, ser considerado perigoso.

O ataque corrosivo do alumínio pode tornar-se considerável antes de se registar a perda de resistência estrutural. Todavia, existem pelos menos três formas de ataque que podem ser bastantes danosas:

- Corrosão penetrante do tipo picado, para paredes dos tubos de alumínio;
- Corrosão por esforço mecânico;
- Corrosão Intergranular, que é característica típica de algumas ligas de alumínio mal tratadas.

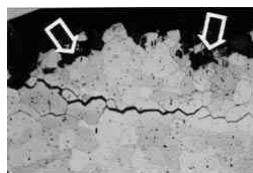



Fig. 315: Corrosão Intergranular (Liga Alumínio).

Na maior parte das situações a corrosão do alumínio pode ser tratada de forma mais eficaz no local de montagem, do que a corrosão noutro qualquer material ou componente estrutural da aeronave.

O tratamento inclui uma remoção mecânica de tanto produto da corrosão, quanto o praticável e a inibição do material residual através de meios químicos, seguido do restauro da protecção de superfície permanente.

PROGRAMAS DE ENVELHECIMENTO, DE FADIGA E DE CONTROLO DA CORROSÃO

PROGRAMAS

Programa de Envelhecimento e Fadiga

As estruturas das aeronaves devem suportar em condições de segurança os esforços actuantes a que possam estar sujeitas, incluindo os produzidos em condições extremas de operação. Para assegurar este requisito, a dimensão dos danos produzidos em serviço deve ser inferior à sua dimensão crítica e para os detectar e dimensionar são usados métodos de inspecção apropriados.

Dos componentes ou secções estruturais das aeronaves mais solicitados destacam-se a fuselagem, superfícies de sustentação, superfícies de controlo de voo, estabilizadores e trem de aterragem e os respectivos pontos de ligação.

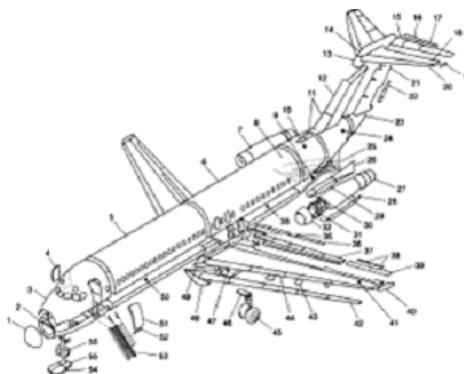



Fig. 316: Vários componentes de uma aeronave.

No âmbito dos motores destacam-se pela sua importância os componentes rotativos, que devem suportar as altas temperaturas e os elevados esforços actuantes, por vezes em condições de operação extremas.

Fig. 317: Vários componentes de um motor.

A utilização de Ensaios Não Destrutivos é uma forma teórico-prática de saber em que condições está a operar um componente ou equipamento, podendo assim, perspectivar novos ciclos de operação. Todavia, deve existir um contacto permanente entre fabricante e a área de manutenção.

Os programas de envelhecimento, de fadiga e controlo da corrosão fazem parte de um grupo de programas que não são imutáveis, ou seja, podem reajustar-se com o objectivo de voar mais seguro e em simultâneo, prolongar o tempo de vida dos seus componentes.

Programa Controle e Prevenção da Corrosão

Em 1979 membros da Associação Internacional de Transporte Aéreo fizeram uma análise preliminar dos custos de corrosão. Basicamente o custo directo por hora de voo ficou entre USD$ 5 e USD$12 e a percentagem em relação ao custo directo de manutenção representou um total de 6% a 8%, sendo que o custo total anual ficou próximo a USD$ 100.000.000,00.

Em 1988 o incidente com uma aeronave da Aloha Linhas Aéreas, a 24000 pés de altitude, que teve parte de seu revestimento arrancado, devido à corrosão, causou a morte de uma comissária. A partir desse incidente o governo norte-americano determinou que os fabricantes de aeronaves desenvolvessem Programas de Controle e Prevenção de Corrosão (CPCP).

Fig. 318: Aeronave acidentada da Aloha Linhas Aéreas.

Os programas foram então desenvolvidos e com a sua implementação houve um intenso programa de treino, que foi utilizado para que a nova cultura fosse assimilada. Uma grande interacção cliente/fabricante foi estimulada, para que os resultados de inspecções pudessem ser convertidos em acções preventivas/correctivas e a corrosão se estabilizasse a níveis mínimos aceitáveis.

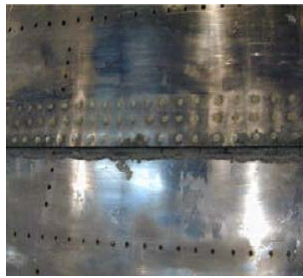



Fig. 319: Corrosão.

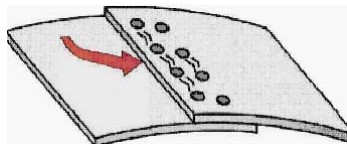



Fig. 320: Pormenor da ligação estrutural.

Após outros incidentes e investigações, um Programa de Controle e Prevenção de Corrosão (CPCP), tornou-se obrigatório para todos os operadores de aeronaves, com a finalidade de:

- ⇨ Manter a corrosão controlada a níveis aceitáveis.

Um Programa Controle e Prevenção da Corrosão (CPCP) deve ter sempre em consideração aspectos importantes, tais como: (7)

- ⇨ Tipos de corrosão;
- ⇨ Indicações de corrosão;
- ⇨ Métodos de inspecção e detecção;
- ⇨ Regras de projecto para evitar corrosão;
- ⇨ Níveis de corrosão e danos admissíveis;
- ⇨ Remoção de corrosão;
- ⇨ Manutenção preventiva.

PROGRAMAS – ACÇÕES DE MANUTENÇÃO

Manutenção Preventiva

É uma poderosa arma que deve ser utilizada antes, durante e após a aplicação das medidas preventivas e correctivas, uma vez que os sistemas de protecção devem ser preservados e protegidos contra a acção do meio ambiente e danos acidentais.

Lavagem Periódica

As superfícies metálicas devem estar isentas de qualquer substância estranha (sujidade, sais, produtos químicos, etc.), porque uma célula de baixa concentração de oxigénio pode se formar e quebrar a camada de protecção, iniciando um processo corrosivo severo. Assim, a lavagem periódica da aeronave é uma boa prática e deve ser feita com produtos recomendados, na devida proporção de diluição, utilizando pressões e temperatura da solução dentro dos limites aceitáveis.

Fig. 321: Lavagem de aeronave.

Lubrificação

A lubrificação de partes lubrificadas deve ser efectuada sempre após a lavagem, devido à possibilidade da remoção do lubrificante pelo jacto. De qualquer forma os lubrificantes devem ser renovados, dado que a tendência é de perder suas características e propriedades originais com o passar do tempo.

Cuidados Especiais

Salpicos acidentais

Uma aeronave durante a operação ou numa manutenção pode estar sujeita a salpicos acidentais de substâncias ácidas ou alcalinas. Neste caso, é necessário que se identifique o pH da substância e se faça uma neutralização.

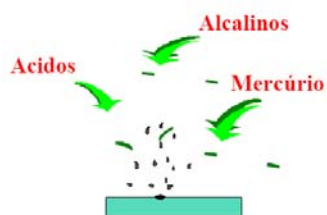



Fig. 322: Salpicos acidentais.

Aplicação de inibidores de corrosão

Os inibidores de corrosão têm uma vida útil, e dessa forma têm que ser aplicados periodicamente para que a sua eficácia seja mantida. Em alguns casos os inibidores podem sofrer o ataque de alguma substância agressiva e nesses casos eles devem ser removidos e novamente aplicados.

Fig. 323: Aplicação de inibidores de corrosão.

Drenos

Os drenos estão instalados na aeronave para permitir o escoamento e a eliminação de condensado para fora da mesma. Assim sendo, uma boa prática é manter sempre os drenos limpos, desobstruídos e operacionais. Nenhuma barreira pode estar a obstruir o escoamento de qualquer electrólito no interior da aeronave.

Tratamentos superficiais

Devem ser utilizados os tratamentos superficiais adequados aos diversos tipos de materiais, imediatamente após um serviço de maquinagem, corte, furação, lixamento, jacto, ou qualquer actividade em que o metal fique exposto.

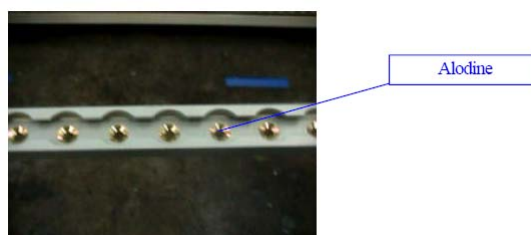



Fig. 324: Tratamento superficial.

Danos acidentais

Esses tipos de danos podem ser causados por impacto de objectos nas superfícies protegidas, ou também pela falta de cuidados durante os serviços de manutenção devido ao uso de calçados ou roupas inadequadas que possam permitir arranhões ou outro tipo de dano à protecção superficial, causando sua quebra.

Programa de Inspecções

O programa de inspecções em aeronaves deve ser conduzido segundo um planeamento. É importante que sejam seleccionadas as aeronaves mais antigas da frota e que operem em ambientes diferentes (clima frio, clima quente e húmido, região litoral, etc.). Para a inspecção dessas aeronaves é importante que se tenha os equipamentos adequados, tais como por exemplo:

- ⇨ Lanterna, espelho, lente de aumento, equipamento para inspecção não destrutiva e uma máquina fotográfica digital.

Um ponto importante, é a verificação de registros anteriores de manutenção, para averiguar a incidência dos casos de corrosão em manutenções efectuadas no passado e noutras aeronaves. Nesta inspecção pode ser requerido que algumas grandes desmontagens sejam efectuadas, para que a base de dados seja mais completa.

Todas as situações devem ser ouvidas e registradas em a colaboração com toda a equipa da manutenção, de forma obter o máximo de informações, que permitiram maximizar a eficiência de todos os meios envolvidos.

PROCESSOS E MATERIAIS USADOS NO CONTROLO DA CORROSÃO

Acabamento de Superfície

Os fabricantes das partes que constituem a aeronave, normalmente, fazem sempre um acabamento superficial com o objectivo de lhes aumentar a resistência à corrosão. Todavia, os acabamentos superficiais também podem ser utilizados para aumentar a resistência ao desgaste e para obter uma base adequada para a pintura.

Preparação das Superfície

O tratamento original das superfícies metálicas implica o tratamento de limpeza para remoção de todos os resíduos de sujidade, massa, óleo, humidade, etc. Os processos de limpeza podem ser mecânicos ou químicos.

Os processos mecânicos utilizam: (normalmente)

»» Escova de arame, de aço inox, a lixa de óxido de alumínio e abrasão mecânica.

Os processos químicos são de grande diversidade e dependem:

»» Da aplicação de cada material e da natureza do material a remover.

Electrodeposição

Este processo tem como objectivo o de transferir metal de um elemento para outro, através de processos electroquímicos.

A electodeposição permite:

- ⇨ Proteger o metal que vai ser revestido contra a corrosão;
- ⇨ Proteger o metal base contra o desgaste causado por abrasão ou por desgaste da corrosão;
- ⇨ Produzir e manter numa desejada aparência de cor e lustro, bem como aumentar a resistência ao embaciamento;
- ⇨ Proteger o metal base contra certas reacções químicas;
- ⇨ Aumentar as dimensões das peças;
- ⇨ Servir de base a posterior operação de revestimento, reduzir custos de polimento e assegurar depósitos brilhantes de níquel ou níquel de crómio.

MÉTODOS DE INSPECÇÃO NÃO DESTRUTIVA

GENERALIDADES

Os **E**nsaios **N**ão **D**estrutivos constituem experiências ou medições a que se submetem componentes ou mais propriamente as superfícies dos componentes para detecção de anomalias, que segundo determinados critérios se consideram inaceitáveis. Por não afectar o normal funcionamento das peças nem as danificar, este tipo de ensaios considera-se não destrutivo.

- ☞ **Esse é o motivo principal pelo qual são usados em manutenção, ou seja, para despistar defeitos.**

Ensaios Não Destrutivos são vulgarmente designados por END ou na linguagem anglo-saxónica designados por NDI - "Non Destructive Inspection").

Os END ou NDI são especialmente indicados para:

- ⇨ Detectar defeitos na superfície das peças;
- ⇨ Identificação de defeitos nas zonas sub-superficiais ou no interior das peças.

Todas as superfícies e interiores dos componentes contêm anomalias resultantes de má formação das estruturas cristalinas aquando da solidificação das ligas de que são constituídas. Por este motivo, nem todas as anomalias devem ser consideradas defeitos graves.

Para distinguir os defeitos das anomalias estabelecem-se critérios e definem-se diferentes graus de sensibilidade de detecção para cada um dos métodos de END. A sensibilidade de um método de END

reflecte a maior ou menor precisão com que esse método revela uma anomalia ou a sua extensão.

Um outro aspecto que é determinante para o julgamento das anomalias identificadas é o conhecimento mais apurado que alguns profissionais detêm e que lhes permite:

- ⇨ Distinguir entre anomalias inócuas e anomalias, que representam defeitos e que por isso carecem de acções de reparação (caso seja possível);
- ⇨ O conhecimento e experiência que esses profissionais reúnem, permite-lhes serem estatuídos de níveis crescentes de competência para proferirem uma decisão ou emitirem um parecer perante sinais anómalos que a avaliação duma superfície revela;
- ⇨ Este acto competente é designado por interpretação dos resultados dos END.

Os executantes de END devem ser possuidores de formação específica em cada método, de modo a possuírem um considerável número de horas de experiência, bem como detentores de um determinado nível a que corresponde maior competência, quer do ponto de vista de execução como de interpretação das revelações produzidas.

No decurso das acções de manutenção estão homologados (também usado o termo "certificados") END comprovadamente eficazes, de fácil aplicação e de baixo custo, quer de investimento quer de exploração.

A selecção e utilização de END nas acções de manutenção implicam uma enorme flexibilidade e uma projecção dos meios usados, tão grande quanto possível e aliada à simplicidade dos equipamentos intervenientes.

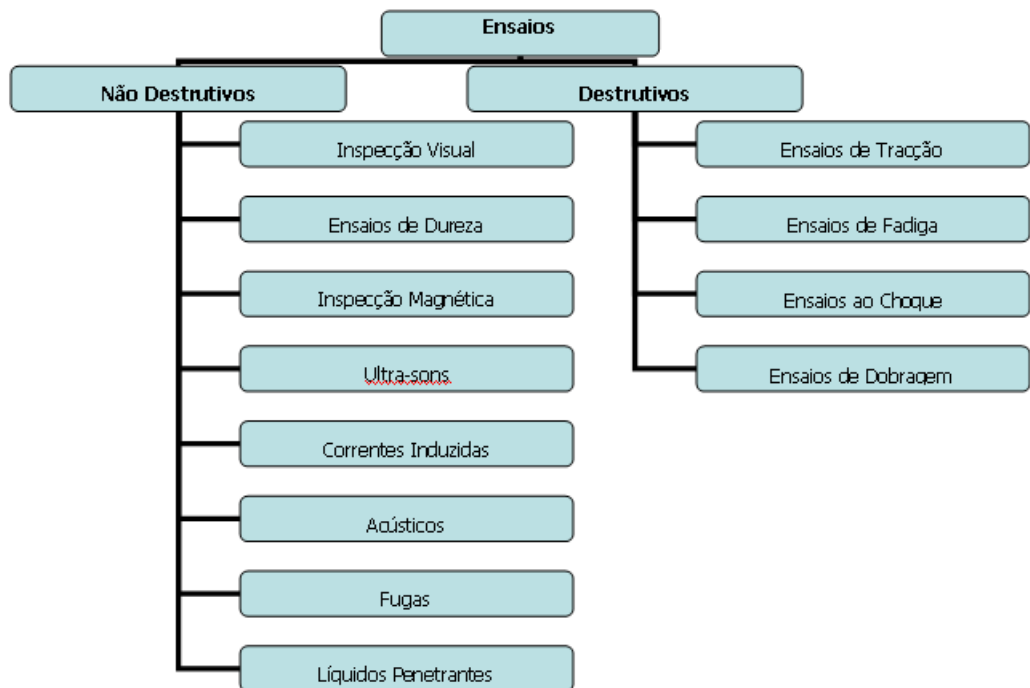
Cada departamento de END deve incluir, para além dos executantes (que apenas executam os END numa grande parte dos casos) também um especialista de nível de competência máxima, que realize a interpretação e formule uma decisão definitiva sobre o carácter de uma anomalia detectada ou emita um parecer fundamentado que permita a um Gabinete de Engenharia tomar uma decisão técnica apoiada nesse parecer.

A procura e detecção de defeitos pressupõe a prévia limpeza das superfícies a avaliar de modo a remover tudo quanto possa influenciar a análise e avaliação dos mesmos. O método de limpeza deve ser capaz de remover as camadas de óxidos, as gorduras, os óleos e massas lubrificantes, as sujidades, etc., de forma a não provocar danos nas peças.

Por norma existem equipamentos de END concebidos para utilização em unidades fixas de grande produção. Existem outros de concepção portátil para poderem ser transportados e usados na linha da frente.

Como vimos anteriormente, as Defeitos mais Frequentes: (8)

- Os Desgastes;
- As Fissuras;

- As Identações;
- A Desagregação de material;
- As Ovalizações;
- Os Empenos;
- As obstruções em micro canais de lubrificação;
- Os Alongamentos ou Deformações.

Organograma 1: Principais Tipos de Ensaios.

Métodos	Símbolos
Líquidos Penetrantes	PT
Magnetoscopia	MT
Correntes Induzidas	ET
Ultra-Sons	UT
Radiografia	RX

Tabela 23: Métodos mais comuns.

LÍQUIDOS PENETRANTES "DYE CHECK" – (PT)

Generalidades

Para identificação de fissuração superficial e identações usa-se um tipo de END denominado "Líquidos Penetrantes", na linguagem anglo-saxónica designado por "Dye Check", "Dye Penetrant" ou também "Fluorescent Particles Inspection" ou FPI.

Este método foi desenvolvido especialmente para a detecção de descontinuidades essencialmente superficiais e ainda que estejam abertas na superfície do material.

Iniciou-se antes da primeira guerra mundial, principalmente pela indústria ferroviária na inspecção de eixos, porém tomou impulso quando em 1942 nos EUA, foi desenvolvido o método de penetrantes fluorescentes.

Evolução

O ensaio foi adoptado pelas indústrias aeronáuticas, que trabalhando com ligas não ferrosas, necessitavam um método de detecção de defeitos superficiais diferentes do ensaio por partículas magnéticas (não aplicável a materiais não magnéticos).

A partir da segunda guerra mundial, o método foi-se desenvolvendo, através da pesquisa e o aprimoramento de novos produtos utilizados no ensaio, até seu estágio actual.

Objectivos Primários

Detectar descontinuidades superficiais e que sejam abertas na superfície, tais como fissuras, poros, dobras, etc., podendo ser aplicado em todos os materiais sólidos e que não sejam porosos ou com superfície muito grosseira.

É muito usado em materiais não magnéticos, tais como o alumínio, magnésio, aços inoxidáveis austeníticos, ligas de titânio, e zircónio, além dos materiais magnéticos. É também aplicado em cerâmica vitrificada, vidro e plásticos.

Método

- ⇨ Consiste em fazer penetrar na abertura da descontinuidade um líquido;
- ⇨ Após a remoção do excesso de líquido da superfície, faz-se sair da descontinuidade o líquido retido através de um revelador. A imagem da descontinuidade fica então desenhada sobre a superfície.

Podemos descrever o método em 6 etapas principais no ensaio:

1. Preparação da superfície - Limpeza inicial;
2. Aplicação do Penetrante;
3. Remoção do excesso de penetrante;
4. Revelação;
5. Avaliação e Inspecção;
6. Limpeza pós ensaio.

1. Preparação da superfície – Limpeza inicial

- ⇨ Antes de se iniciar o ensaio, a superfície deve ser limpa e seca;
- ⇨ Não devem existir água, óleo ou outro contaminante;
- ⇨ Contaminantes ou excesso de rugosidade, ferrugem, etc., tornam o ensaio não confiável.

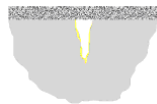



Fig. 325: Preparação e Limpeza inicial da superfície.

2. Aplicação do Penetrante

- ⇨ Consiste na aplicação de um líquido chamado penetrante, geralmente de cor vermelha, de tal maneira que forme um filme sobre a superfície, e que por acção do fenómeno chamado capilaridade penetre na descontinuidade;
- ⇨ Deve ser dado um certo tempo para que a penetração se complete.

Fig. 326: Tempo de Penetração do líquido na abertura.

3. Remoção do excesso de penetrante

- ⇨ Consiste na remoção do excesso do penetrante da superfície, através de produtos adequados, condizentes com o tipo de líquido penetrante aplicado, devendo a superfície ficar isenta de qualquer resíduo na superfície.

Fig. 327: Remoção do líquido da superfície.

4. Revelação

- ⇨ Consiste na aplicação de um filme uniforme de revelador sobre a superfície;
- ⇨ O revelador é usualmente um pó fino (talco) branco;
- ⇨ Pode ser aplicado seco ou e suspensão, em algum líquido;
- ⇨ O revelador age absorvendo o penetrante das descontinuidades e revelando-as;
- ⇨ Deve ser previsto um determinado tempo de revelação para sucesso do ensaio.

Fig. 328: Aplicação do Revelador e observação da indicação.

5. Avaliação e Inspecção

- ⇨ A aplicação do revelador, as indicações começam a serem observadas, através da mancha causada pela absorção do penetrante contido nas aberturas e que serão objectos de avaliação;
- ⇨ A inspecção deve ser feita sob boas condições de luminosidade, se o penetrante é do tipo visível (cor contrastante com o revelador) ou sob luz negra, em área escurecida, caso o penetrante seja fluorescente;
- ⇨ A interpretação dos resultados deve ser baseada no código de fabricação da peça ou norma aplicável ou ainda na especificação técnica do Cliente;
- ⇨ Nesta etapa deve ser preparado um relatório escrito que mostre as condições do ensaio, tipo e identificação da peça ensaiada, resultado da inspecção e condição de aprovação ou rejeição da peça;
- ⇨ Em geral, a etapa de registro das indicações é bastante demorada e complexa, quando a peça mostra muitos defeitos;
- ⇨ Portanto, a visualização imediata das indicações rejeitadas com posterior novo teste, é mais recomendável.

Fig. 329: Absorção do Líquido, pelo revelador, dentro da abertura.

6. Limpeza pós ensaio

- ⇨ A última etapa, geralmente obrigatória, é a limpeza de todos os resíduos de produtos que podem prejudicar uma etapa posterior de trabalho da peça (soldadura, maquinação, etc.).

Vantagens e Desvantagens

Vantagens:

Poderíamos dizer que a principal vantagem do método é a sua simplicidade, mas existem outros tais como:

- ⇨ É fácil de fazer de interpretar os resultados;
- ⇨ A aprendizagem é simples, requer pouco tempo de treino do inspector;
- ⇨ Como a indicação assemelha-se a uma fotografia do defeito, é muito fácil de avaliar os resultados;
- ⇨ Em contrapartida o inspector deve estar ciente dos cuidados básicos a serem tomados (limpeza, tempo de penetração, etc.), pois a simplicidade pode-se tornar uma faca de dois gumes;
- ⇨ Não há limitação para o tamanho e forma das peças a ensaiar, nem tipo de material;
- ⇨ Por outro lado, as peças devem ser susceptíveis à limpeza e sua superfície não pode ser muito rugosa e nem porosa;
- ⇨ O método pode revelar descontinuidades (fissuras) extremamente finas (da ordem de 0,001 mm de abertura).

Limitações:

- ⇨ Só detecta descontinuidades abertas para a superfície, já que o penetrante tem que entrar na descontinuidade para ser posteriormente revelado;
- ⇨ Por esta razão, a descontinuidade não deve estar preenchida com material estranho;
- ⇨ A superfície do material não pode ser porosa ou absorvente já que não haveria possibilidade de remover totalmente o excesso de penetrante, causando "mascaramento" de resultados;
- ⇨ A aplicação do penetrante deve ser feita numa determinada faixa de temperatura;
- ⇨ Superfícies muito frias (abaixo de 10 ºC) ou muito quentes (acima de 52 ºC) não são recomendáveis ao ensaio;
- ⇨ Algumas aplicações das peças em inspecção fazem com que a limpeza seja efectuada da maneira mais completa possível após o ensaio (caso de maquinaria para indústria alimentícia, material a ser soldado posteriormente, etc.);
- ⇨ Este facto pode tornar-se limitativo ao exame, especialmente quando esta limpeza for difícil de fazer.

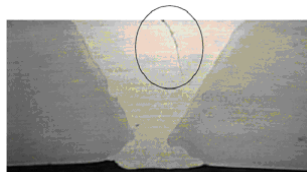



Fig. 330: Junta soldada, com fissura.

Exemplo Prático

Fig. 331: Aplicação do penetrante com pincel.

Fig. 332: Remoção do penetrante com pano e com água.

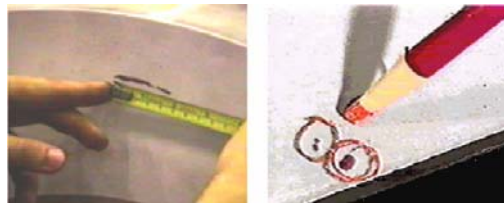



Fig. 333: Registo de Resultados.

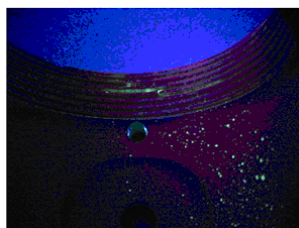



Fig. 334: Observação em ambiente escuro, sob luz ultravioleta.

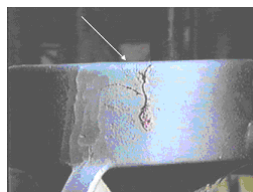



Fig. 335: Resultado do ensaio LP de uma peça fundida.

MAGNETOSCOPIA OU PARTÍCULAS MAGNÉTICAS – *(MT)*

Generalidades

"Magnetoscopia ou Partículas Magnéticas", deriva da designação anglo-saxónica "Magnetic Particles Inspection" ou MPI.

Aplicação

O ensaio por Partículas Magnéticas é utilizado na localização de descontinuidades superficiais e sub-superficiais em materiais ferromagnéticos. Pode ser aplicado tanto em peças acabadas ou semi-acabadas e durante as etapas de fabricação.

Método

- ⇨ Consiste em submeter a peça, ou parte desta, a um campo magnético;
- ⇨ Na região magnetizada da peça, as descontinuidades existentes, ou seja a falta de continuidade das propriedades magnéticas do material, irão causar um campo de fuga do fluxo magnético;
- ⇨ Com a aplicação das partículas ferromagnéticas, ocorrerá a aglomeração destas nos campos de fuga, uma vez que serão por eles atraídas devido ao surgimento de pólos magnéticos. A aglomeração indicará o contorno do campo de fuga, fornecendo a visualização do formato e da extensão da extensão da descontinuidade.

Magnetismo

Todos nós conhecemos os ímanes e dizemos que um material ferromagnético nas proximidades de um íman é por este atraído. O magnetismo é um fenómeno de atracção que existe entre esses materiais. Nota-se, que por vezes o fenómeno pode ser de repulsão ou de atracção. Os ímanes podem ser naturais, conhecidos como "pedras-ímanes" e os artificiais, fabricados a partir de aços com propriedades magnéticas específicas para esse fim.

A palavra "magnetismo" vem de Magnésia na Turquia onde séculos atrás se observou que o minério magnetita era um íman natural.

<u>Magnetismo: **N – S**</u>

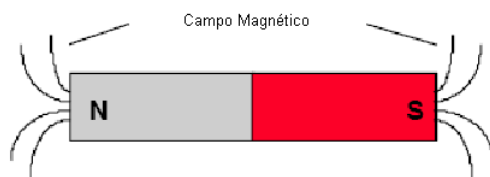



Fig. 336: O íman Permanente.

Diagrama esquemático da experiência de Oersted 2, comprovando que a passagem da corrente eléctrica pelo fio condutor, fez oscilar uma agulha de compasso devido à presença do campo magnético produzido pela corrente eléctrica.

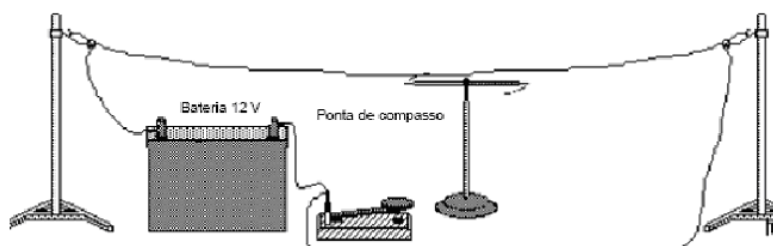



Fig. 337: Experiência de Oersted 2.

Campo de Fuga

A (**figura 338**) demonstra como as linhas de força são perturbadas pela presença de uma descontinuidade dando origem ao campo de fuga.

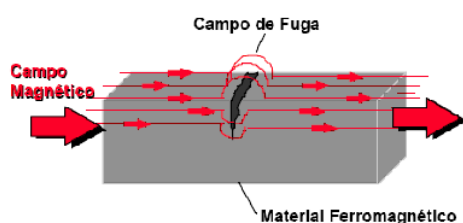



Fig. 338: Linhas de Força VS Descontinuidade.

Métodos e Técnicas de Magnetização

- Longitudinal;
- Circular;
- Multidirecional.

Magnetização Longitudinal

É assim denominado o método de magnetização que produz um campo magnético longitudinal da peça e fechando o circuito através do ar. Portanto, recomendamos para a detecção de descontinuidades transversais na peça.

A magnetização longitudinal é obtida por indução de campo por bobinas ou electroímanes.

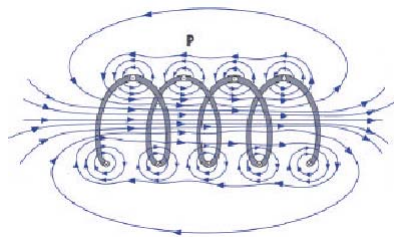



Fig. 339: Método para magnetização longitudinal, por bobina indutora.

Magnetização Circular

Este método pode utilizar a indução ou a passagem de corrente eléctrica através da peça, as linhas de força que formam o campo magnético circulam através da peça em circuito fechado, não fazendo uma "ponte" através do ar.

É usada para a detecção de descontinuidades longitudinais.

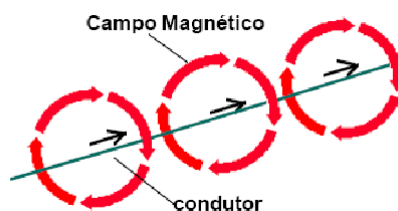



Fig. 340: Método para magnetização Circular, por passagem de corrente eléctrica por um condutor.

Magnetização Multidirecional

Também conhecida como combinada ou vectorial, é um método em que simultaneamente são aplicados na peça dois ou mais campos magnéticos: um pelo método longitudinal, outro pelo método circular ou ainda, campos circulares em várias direcções.

É portanto, a combinação de duas técnicas que produzem um vector rotativo, que permite observar de uma só vez as descontinuidades com diversas orientações.

Algumas normas recomendam o uso de corrente trifásica rectificada de onda completa para magnetização nesta técnica.

Vantagens (Magnetização Multidirecional)

- ⇨ Na inspecção de componentes seriados onde se reduz substancialmente o tempo de inspecção;
- ⇨ Economia de partículas magnéticas;
- ⇨ Cada peça ou componente é manuseado apenas uma vez;
- ⇨ Menor possibilidade de erros por parte do inspector, uma vez que, observa-se ao mesmo tempo, tanto as descontinuidades longitudinais quanto as transversais;
- ⇨ Rapidez no ensaio por partículas magnéticas;
- ⇨ Grande produtividade.

Fig. 341: Magnetização multidirecional. Observe os grampos dos terminais de contacto eléctrico em cada lado da peça.

Exemplos Práticos

1 – Detecção de uma fissura por fadiga num componente em aço.

Fig. 342: Detecção de fissura – Sob luz ultravioleta.

2 – Indicação de fissura detectado pela técnica do condutor central.

Fig. 343: Observe a linha circular formada na superfície do anel pelo do pó magnético.

CORRENTES INDUZIDAS "EDDY CURRENT" – *(ET)*

Generalidades

É um tipo de END denominado "**Correntes Induzidas**", na linguagem anglo-saxónica designado por "**Eddy Current**". Também é bastante conhecido pela designação francófona de "Courent de Foucault".

Aplicação

É usado habitualmente na indústria aeronáutica, aeroespacial, automóvel, naval e de manufactura.

Método

- ⇨ Baseia-se no princípio de indução de uma corrente de valor conhecido num componente com uma dada configuração e fabricado de um material de características conhecidas. Simultaneamente desloca-se uma sonda ao longo duma trajectória sobre a superfície da peça.
- ⇨ A conjugação da indução da corrente eléctrica na peça e do movimento de deslocamento da sonda provoca o aparecimento duma corrente induzida, que é captada pela sonda e medida através de equipamento apropriado.
- ⇨ O valor da corrente induzida (recebida) depende do valor da corrente aplicada ao componente, duma forma que é conhecida. A eventual existência de fissuração superficial ou sub-superficial, pela ausência de material que lhe está associada, provoca uma alteração das propriedades electromagnéticas do material de base que tem como consequência uma alteração local do valor da corrente induzida que é recebida pela sonda.
- ⇨ A profundidade abaixo da superfície a que se consegue detectar fissuras depende das características da corrente induzida, nomeadamente da sua frequência (menor frequência corresponde a maior profundidade).

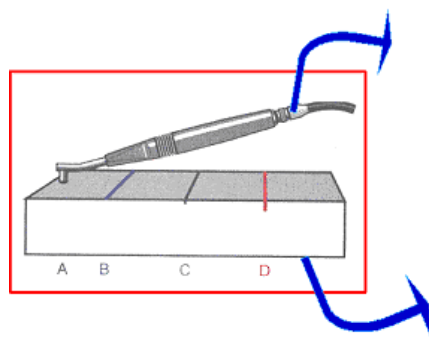



Fig. 344: Deslocamento da sonda ao longo duma trajectória sobre a superfície da peça.

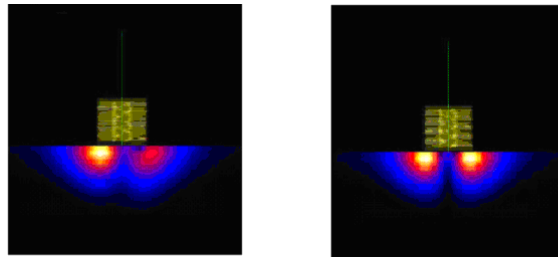



Fig. 345: A eventual existência de fissuração superficial ou sub-superficial, pela ausência de material.

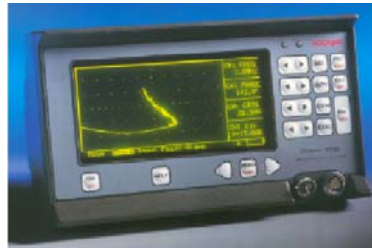



Fig. 346: Sinal típico de fissura que poderá ocorrer na área de inspecção.

Padrão

Medindo esta variação obtêm-se as características da fissura existente, porém, por comparação com a resposta homóloga obtida a partir de um componente de características iguais e sem quaisquer defeitos, denominado padrão. O padrão é necessário para se poder comparar a resposta obtida a partir de um componente com defeitos relativamente a um isento de quaisquer defeitos.

O método de END através de "Correntes Induzidas" requer, como condição prévia, a existência de:

- ⇨ Padrões e sondas, de acordo com o tipo de componentes a avaliar e de defeitos a pesquisar.

Evolução do Método

Trata-se de um END em franca expansão, sobretudo, a partir do momento em que se começaram a produzir equipamentos portáteis e de grande simplicidade de manuseamento.

Vantagens

O método de END por "Correntes Induzidas" tem vindo progressivamente a substituir os métodos por "Líquidos Penetrantes" e a "Magnetoscopia", devido ao:

- ⇨ Maior rigor e precisão que se obtém, quando comparado com as mesmas características de portabilidade e facilidade de manuseamento.

ULTRA-SONS – *(UT)*

Generalidades

A inspecção ultra-sónica usa ondas acústicas de comprimento onda curto e alta-frequência para detectar defeitos e/ou medir espessuras.

Aplicação

É usado nomeadamente na indústria aeronáutica, em soldaduras de reservatórios a alta pressão e noutras aplicações.

Método

- ⇨ Consiste na emissão de pulsos de energia acústica na gama dos ultra-sons gerados por um transdutor colocado sobre o material;
- ⇨ As ondas acústicas reflectidas (como um eco) são detectadas através do mesmo sensor e afixadas num display;
- ⇨ Os defeitos que se encontrem no caminho do feixe acústica reflectem as ondas de uma forma que depende da sua forma, distância e reflectividade.

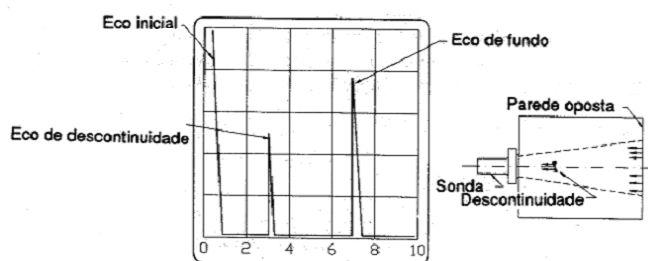



Fig. 347: Sinal típico de descontinuidade.

Formação Especializada

Devido à sua complexidade o operador necessita de uma formação algo extensa, uma vez mais a competência e experiência dos executantes e intérpretes são fundamentais para a correcta distinção entre anomalias inócuas e verdadeiros defeitos.

Equipamentos Portáteis

Procedimento

- ⇨ A excitação da peça é originada por equipamentos portáteis de fácil manuseamento, através da produção interna de um vibração mecânica que é, posteriormente, transmitida à peça através duma sonda;
- ⇨ Através de outra sonda, designada de "recepção" (que na maioria dos equipamentos está instalada na mesma componente que aloja a sonda de excitação, designando-se sonda dupla, noutros existem sob a forma de sondas separadas) são recebidos os ecos de emissão da sonda de excitação.

Recepção dos "sons"

Estes "ecos" são distorcidos se existirem vazios de material (fissuras, ocos, poros, etc.) porque a velocidade do som através do ar (que existe nestes vazios) é menor. Os ecos recebidos assinalam todas as arestas, faces, furações e demais acidentes de contorno e de interface existentes na peça a avaliar.

Padrão

Também neste método de END é necessário existir um padrão (uma superfície equivalente e representativa da superfície a avaliar), para se comparar a resposta do eco através duma superfície isenta de defeitos e do mesmo eco através duma superfície com anomalias.

Fig. 348: Detecção de um defeito sub-superficial.

RAIO X – *(RT)*

Generalidades

O Raio X tem como objectivo a identificação de fissuração sub-superficial ou em zonas inacessíveis outros métodos de END.

Aplicação

O método pode ser aplicado a qualquer material, mas regista-se um uso decrescente em aeronáutica. Tem ainda algum interesse na inspecção de painéis com estrutura em ninho de abelha para detecção de humidade e corrosão.

Este método de END é muito utilizado na avaliação de soldaduras, sobretudo na avaliação dos cordões de raiz e intermédios, dada a sua inacessibilidade provocada pela deposição dos sucessivos cordões.

Método

- Baseia-se nas propriedades de penetração dos Raios-X e gama, nos materiais opacos à luz visível. A presença de descontinuidades provoca uma diferença de absorção da radiação da superfície exposta, que é registada num filme sensível;
- Após um tratamento químico apropriado, a imagem latente provocada no filme pela acção da radiação é transformada numa imagem visível que analisada por um operador experiente permitirá determinar a presença e extensão dos danos.

A capacidade de penetração da radiação

É determinada pela kilovoltagem de aceleração dos electrões cuja energia cinética é usada na produção dos raios-X.

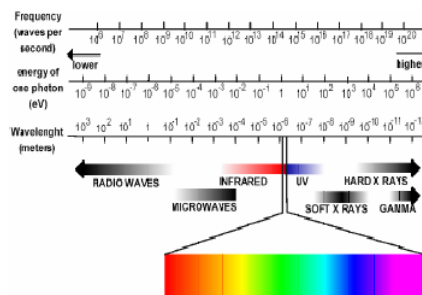



Fig. 349: Radiação Ionizante.

A Sensibilidade

É geralmente inferior à dos outros métodos, no que respeita a descontinuidades metálicas.

Gamagrafia

É raramente usada em aeronáutica, estando praticamente confinada a inspecções pontuais de alguns modelos de motor antigos.

Vantagens e Desvantagens

Vantagens: (Raio - X)

Fig. 350: Visualização da imagem.

- ⇨ Permite observar anomalias:
    - o "Just in time."

Nas (**figuras 351,352 e 353**) podemos observar algumas anomalias:

»» Inclusão linear;

»» Fissura;

»» Falta de Continuidade.

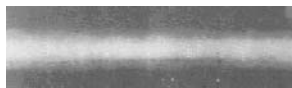



Fig. 351: Inclusão Linear.

Fig. 352: Fissura.

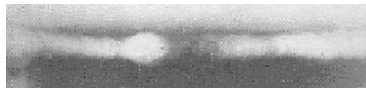



Fig. 353: Falta de continuidade.

Desvantagens (Raio - X) - Segurança

- ⇨ Os executantes de END por Radiografia devem ser constantemente vigiados através de análises ao sangue e usar dosímetros ou placas detectoras, a fim de:
    - o Controlar as doses radioactivas a que ficaram expostos durante um determinado período.

ENSAIO MODERNOS

Generalidades

A política de manutenção na aviação moderna requer elevada disponibilidade das aeronaves e custos de manutenção mínimos, o que coloca novos desafios nomeadamente no referente aos ensaios não destrutivos.

Essas exigências têm estimulado o desenvolvimento e a aplicação de novos métodos de END's de que são exemplo:

1. **Termografia;**
2. **Sherografia;**
3. **"Laser-ultrasonics";**
4. **Outros Métodos.**

Vantagens (métodos modernos)

- ⇨ Métodos cujos princípios físicos permitem a realização de inspecções mais rápidas, resultados praticamente independentes da avaliação do operador;
- ⇨ Eliminação das técnicas que requerem o contacto directo transdutor/peça, inspecção de superfícies de geometrias complexas, cartografia da superfície inspeccionada.

1. Termografia

Origem

O método de Termografia provém da designação anglo-saxónica "Thermography".

Aplicação

Inspecção de materiais compósitos. Este método de END destina-se a avaliar essencialmente estruturas de material compósito, constituídas por estruturas tipo "ninho de abelha".

O Método

Consiste na detecção de zonas diferencialmente aquecidas, através de câmaras de infra-vermelhos.

Anomalias Verificadas

- ⇨ Neste tipo de estrutura existe sempre uma parede interior e uma exterior que apertam entre si a estrutura "ninho de abelha";
- ⇨ Todas estas estruturas são coladas entre si, sendo, portanto, possível o seu descolamento ou delaminação, ainda que apenas localizado;
- ⇨ Quando se verifica o descolamento neste tipo de estruturas, as áreas ficam expostas à humidade por condensação do ar que tem uma capacidade de absorção de calor diferente da do ar.

Procedimento

- ⇨ Neste método de END começa-se por aquecer as zonas a avaliar e de seguida procede-se à recepção da quantidade de calor irradiado, através das câmaras;
- ⇨ Com este processo consegue-se identificar e localizar as zonas defeituosas através da imagem termográfica obtida, após um adequado processamento da informação recebida.
- ⇨ Variante:
    - o Numa variante deste método de END o aquecimento das zonas a avaliar, realiza-se através de pulsos de energia conseguidos por flashes de lâmpadas sincronizados com a câmara de infra-vermelhos, dando origem à designação de Termografia Pulsada (da designação anglo-saxónica "Pulse Thermography" ou "Thermal Wave Imaging").

Restrições

Este método de END apresenta algumas restrições em superfícies demasiado espelhadas (polidas) e de elevado índice de reflexão, devido à grande quantidade de energia que reflectem, distorcendo a análise. Nestes casos é necessário aplicar uma pintura temporária de pigmentos de baixa emissividade (à base de água para que se torne facilmente removível com água).

Exemplos práticos

- ⇨ Inspecção de materiais compósitos:
    - o Descontinuidades numa reparação num painel em ninho de abelha (sentido dos ponteiros do relógio, de cima à direita): Fluido hidráulico;
    - o Descolagem entre o revestimento e o ninho de abelha;
    - o Falha de núcleo; teflon; água (ao centro).

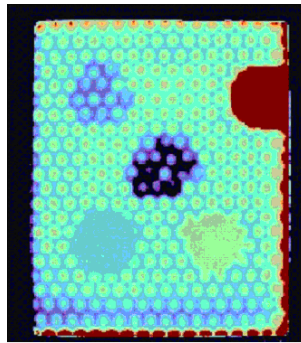



Fig. 354: Inspecção de materiais compósitos.

2. Shearografia

Finalidade

Detecção de descolagens em materiais compósitos. Este método de END destina-se a avaliar essencialmente estruturas de material compósito, constituídas por estruturas tipo "ninho de abelha" e revestimentos de natureza laminar aplicados sobre superfícies.

Procedimento

- ⇨ Neste tipo de estrutura existe sempre uma parede interior e uma exterior que apertam entre si a estrutura "ninho de abelha‟;
- ⇨ Todas estas estruturas são coladas entre si, sendo, portanto, possível o seu descolamento ou delaminação, ainda que apenas localizado.

Aplicação

São cada vez mais utilizadas estruturas deste tipo em "cárteres" não resistentes de motores, como são, por exemplo, as condutas das “Fan".

Método

- ⇨ Consiste na detecção de zonas deformadas na vizinhança de áreas de forte concentração de tensões originadas pela presença de fissuras e quando sujeitas a esforços induzidos (vácuo, térmicos ou vibração).

Interferometria

A deformação plana da área defeituosa é detectada através duma técnica de interferometria óptica baseada em laser. Esta técnica é complementada com processos de tratamento de informação dando origem à interferometria holográfica, através da qual é possível obter-se uma imagem virtual da área a inspeccionar onde são identificados os defeitos detectados.

- ⇨ Características:
  - o A sensibilidade deste método permite medir deformações até uma dimensão de 10 nm (0.000010 mm).

Vantagens (Shearografia)

- ⇨ A grande vantagem deste END relativamente aos END convencionais resulta da ausência de qualquer contacto entre o equipamento utilizado e a superfície a avaliar, o que permite uma maior taxa de inspecção, maior produtividade. Proporciona ainda uma indicação directa da extensão e criticidade dos defeitos encontrados, uma vez que os identifica através dos seus efeitos e da concentração de tensões resultante.

Exemplos práticos

- ⇨ Detecção e descolagem de materiais compósitos.

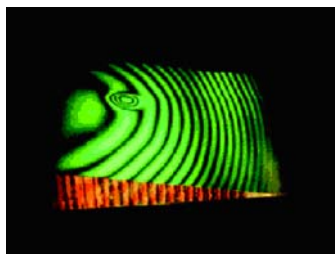



Fig. 355: Detecção e descolagem de materiais compósitos.

3. Laser-ultrasonics

Aplicação Pratica

Inspecção especifica, tal com por exemplo a de um "Speed Brake" do Airbus (comparação com a inspecção por ultra-sons manual).

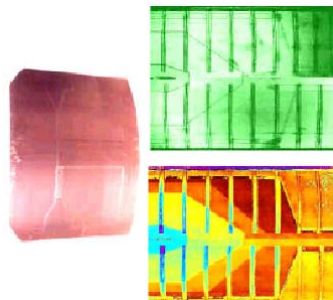



Fig. 356: Inspecção de um "Speed Brake" do Airbus.

4. Outros Métodos.

Existem ainda outros métodos, tais como:

- Estanquecidade;
- Réplicas;
- Metrologia;
- Rigidometria;
- Detectores Magnéticos;
- Ferrografia;
- **SOAP.**

Análise SOAP

A análise espectrométrica do óleo (na linguagem anglo saxónica designada por "Spectrometric Oil Analysis Program" ou "SOAP"), mais comummente designada por **Análise SOAP**.

Objectivo

Avaliar a taxa de desgaste das superfícies dos componentes e a taxa de contaminação da amostra recolhida.

Avaliação da Contaminação

- Quanto maior se verificar a taxa de contaminação das amostras de óleo, recolhidas sucessivamente, maior será o risco de falência de algum componente;
- Através destas análises mede-se a concentração dos diferentes elementos químicos, num determinado momento, e, sobretudo, a taxa de contaminação com esses elementos;
- A concentração de um dado elemento químico exprime-se em "ppm" (partes por milhão) em que 1 ppm equivale a:
    - 1 Miligrama de um determinado elemento por cada quilograma de óleo (o que implica a pesagem da amostra recolhida).

Taxa da Contaminação

Exprime-se em miligramas por hora (o que implica cronometrar-se os instantes de recolha das amostras). Os limites e os procedimentos de recolha das amostras são definidos pelo fabricante dos motores ou por organizações idóneas e aceites pelas autoridades aeronáuticas.

O Método

- A análise espectrométrica baseia-se no aquecimento de pequenas quantidades de óleo quando submetidas a uma descarga eléctrica;
- A sua vaporização é caracterizada pela excitação dos átomos constituintes dos elementos presentes na amostra que emitem radiação característica da sua natureza,
- Por comparação do espectro dessa radiação com padrões é, assim, possível identificar-se a presença de um determinado elemento químico através da detecção da assinatura espectral que lhe está associada;
- A radiação assim libertada (por excitação dos átomos) vai, por sua vez excitar um conjunto de filtros selectivos que a transforma em microcorrente eléctrica;
- Medindo essa microcorrente, através de um processo de calibração, é possível medir-se a concentração de um determinado elemento presente na amostra.

A eficácia deste END limita-se à detecção de partículas de dimensões inferiores a 0.015 mm.

Aplicação

Esta análise poderá fornecer importantes informações caso se verifique o aumento do teor original do óleo de um qualquer metal que possa ser oriundo dum componente do motor. Por exemplo, o aumento do teor em ferro ou em estanho poderá denunciar uma degradação num rolamento.

Este END é utilizado no decurso do funcionamento dum motor ou módulo autónomo. Durante o ciclo de manutenção é, sobretudo, utilizado durante os ensaios do motor em banco de ensaios.

APLICAÇÕES E ESTADOS DAS TÉCNICAS

Métodos de Inspecção Não Destrutiva		
Método	**Aplicação**	**Estado da Técnica**
Inspecção Visual	Defeitos Superficiais	Muito Utilizado
Líquidos Penetrantes	Defeitos Superficiais	Muito Utilizado
Partículas Magnéticas	Defeitos Superficiais	Muito Utilizado
Correntes Induzidas	Defeitos Superficiais Inclusões e Defeitos sub-superficiais	Muito Utilizado Muito Utilizado
Ultra-Sons	Inclusões e Defeitos sub-superficiais Defeitos Superficiais	Muito Utilizado Especializado
Radiografia, Raio X	Defeitos sub-superficiais	Muito Utilizado

Tabela 24: Principais Tipos de Ensaios.

TÉCNICAS DE MONTAGEM E DESMONTAGEM

PROCEDIMENTOS

Existem diversos procedimentos específicos e adequados a cada tipo de montagem ou desmontagem, sendo e descritos na Technical Operation (T.O.) de cada aeronave.

Numa acção de manutenção, nunca deveremos esquecer:

- ⇨ Procedimento indicado pelo fabricante (pré-requisitos T.O.);
- ⇨ Fazer um planeamento de toda a operação a efectuar (recepção, inspecção e certificação de material a instalar);
- ⇨ Utilizar sempre a ferramenta adequada;
- ⇨ Dar o seguimento correcto a toda a documentação;
- ⇨ Armazenar adequadamente cada órgão retirado;
- ⇨ Concluir o preenchimento documental (cartas de trabalho), finalizando a acção de manutenção.

TÉCNICAS DE PESQUISA DE AVARIAS

TROUBLE SHOOTING

Na manutenção aeronáutica são aplicadas várias técnicas de pesquisa de avarias, mas sempre de acordo com a Technical Operation (T.O.) da aeronave.

A "Check list" é uma das técnicas mais simples e mais usuais, para a executar, basta seguir os vários itens da lista pela forma anteriormente estabelecida.

O Trouble Shooting é uma das técnicas mais aplicadas em manutenção. Consiste numa pesquisa de avarias efectuada de forma sequencial, isto é, a cada possível avaria existe sempre um procedimento adequado a efectuar, de modo a confirmar ou eliminar essa avaria.

ACONTECIMENTOS ANORMAIS

INSPECÇÕES ESPECIAIS

GENERALIDADES

Enquanto uma aeronave se encontra em voo, podem surgir situações danosas, como são exemplo as aterragens efectuadas com peso superior ao "peso máximo à aterragem", ou parte de um voo, que é efectuado com severas condições de turbulência. As aterragens "duras" são também por vezes efectuadas. A cada uma destas condições especiais implica a realização de "inspecções especiais", com a finalidade de aferir o dano sofrido na estrutura da aeronave.

Sempre que seja efectuada qualquer "inspecção especial", devem ser seguidos os procedimentos indicados pela Technical Operation (T.O.) da aeronave.

INSPECÇÃO NA SEQUÊNCIA DE IMPACTOS DE RELÂMPAGOS DE PENETRAÇÃO – HIRF

DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Se o avião for atingido por uma descarga atmosférica, deve ser inspeccionada a fuselagem, asas e estabilizadores, relativamente a:

- Desgastes ou vestígios de queimaduras;
- Rebites soltos ou em falta.

Protecção Contra Descargas Atmosféricas

As aeronaves, em voo e no solo, podem ser atingidas por descargas atmosféricas devendo resistir-lhes sem que sofram danos significativos. Para tal, são tidos em conta alguns aspectos de construção e de protecção dos equipamentos.

As descargas podem ocorrer:

- Dentro da nuvem ("intra-cloud flashes"):
    - Descargas entre regiões de polaridade oposta dentro da mesma nuvem;
- Entre nuvens ("inter-cloud flashes"):
    - Descargas entre regiões de polaridade oposta em nuvens diferentes;
- Nuvem-solo ("cloud-to-ground flashes").

Estima-se que em cada 2500 horas de voo haja uma aeronave atingida por uma descarga atmosférica. Esta interacção pode ser do tipo:

- ⇨ Descarga interceptada pelo avião (estar no lugar errado na hora errada);
- ⇨ Descarga provocada pelo avião (aircraft triggered lightning):
  - o A descarga não aconteceria naquele lugar e naquele momento se o avião não estivesse presente.

Em voo, a zona de impacto na estrutura da aeronave pode ocorrer desde o nariz até à cauda e a saída acontece normalmente pelas pontas das asas e estabilizadores.

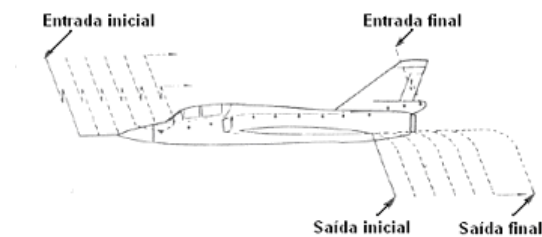



Fig. 357: Zonas de impacto e de saída das descargas.

Efeitos das Descargas na Aeronave

Os efeitos das descargas na aeronave classificam-se em:

- Directos;
- Indirectos.

Efeitos Directos

Consistem em danos físicos provocados na estrutura ou nos equipamentos por impacto directo ou devidos à condução da corrente. Os danos podem consistir em:

- ⇨ Perfurações;
- ⇨ Explosão, fusão, queimaduras e vaporização de estruturas e componentes;
- ⇨ Compressão magnética;
- ⇨ Ondas de choque e sobrepressões;
- ⇨ Explosão de vapores de combustível;
- ⇨ Choques eléctricos.

Efeitos Indirectos

São danos provocados por alterações de corrente em aviónicos e sistemas de cablagens quando existe resistência do escoamento da corrente de descarga. Isto pode acontecer quando são utilizados materiais isolantes como os compósitos, juntas em borracha, eixos lubrificados, etc.

Requisitos de Protecção

Para que a segurança das estruturas e equipamentos não seja posta em causa, na construção da aeronave são respeitados vários requisitos, nomeadamente:

- Estrutura resistente a falhas catastróficas;
- Protecção do sistema de combustível;
- Protecção de equipamentos e sistemas críticos de voo;
- Sobrevivência do avião aos efeitos directos e indirectos de descargas até 200 KA;
- Determinação de Zonas de impacto (lightning strike zones);
- Existência de caminhos de escoamento da corrente.

Formas de Protecção da Estrutura

Quando as estruturas são fabricadas em materiais não condutores são impregnados, nestas estruturas, materiais condutores de corrente como malha ou rede de alumínio, cobre expandido e desviadores metálicos. São também utilizados descarregadores em equipamentos e sistemas críticos de voo.

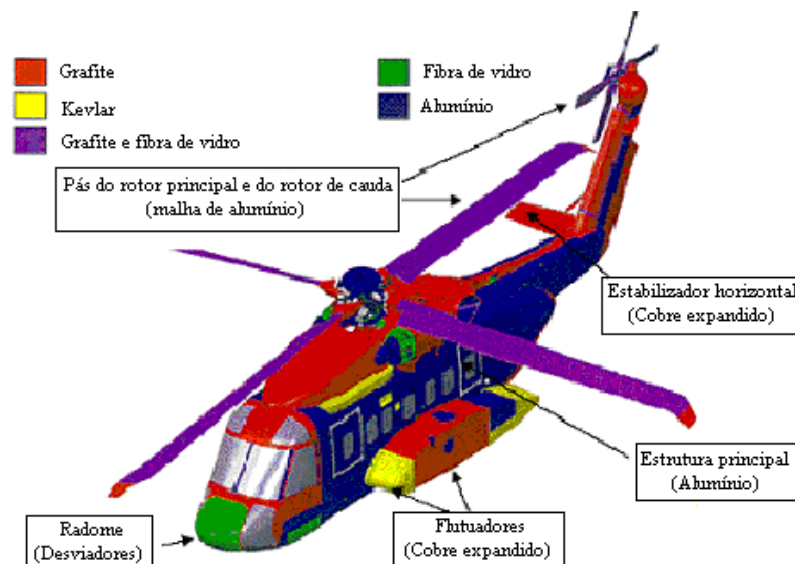



Fig. 358: Utilização de materiais condutores nas estruturas.

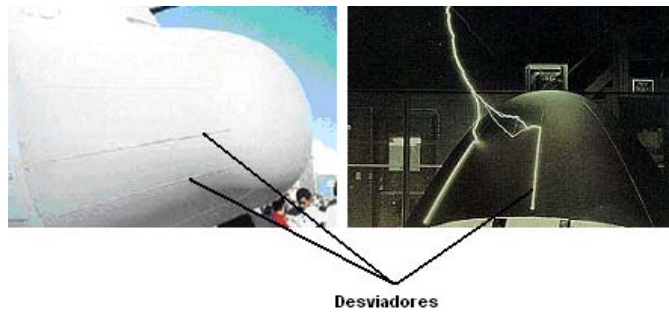



Fig. 359: Utilização de desviadores.

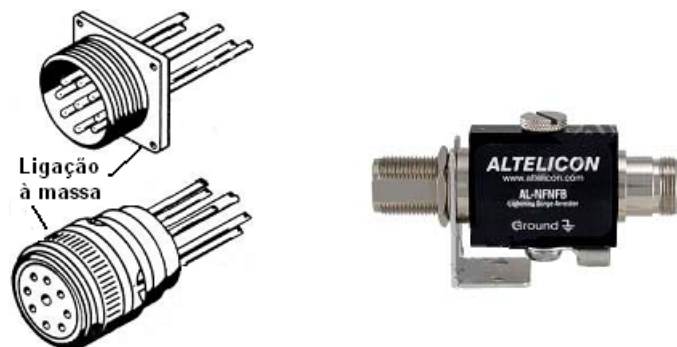



Fig. 360: Utilização de descarregadores.

Formas de Protecção do Sistema de Combustível

Esta protecção pode consistir na inertização da atmosfera no interior do sistema de modo a que uma combustão não seja suportada, e na eliminação de fontes de ignição e de formação de arcos eléctricos estabelecendo caminhos de descarga "electrical bonding".

Fig. 361: "Electrical bonding".

INSPECÇÃO NA SEQUÊNCIA DE ATERRAGENS VIOLENTAS E DE VOO TURBULENTO

ATERRAGEM DURA (HEAVY LANDING)

O trem de aterragem é projectado para suportar a aterragem do avião com o máximo peso de aterragem e máxima velocidade vertical de descida (10 ft/s ~ 3,15 m/s). Se algum dos parâmetros anteriores for excedido, podem ocorrer danos na estrutura do trem e estrutura da asa e/ou fuselagem à qual se encontra ligado.

Podem ocorrer sobrecargas provocadas por atitudes anormais do avião. Tais como a aterragem de lado (drift landing) ou um toque da roda de cauda ou de nariz na pista antes das rodas do trem principal.

Fig. 362: Vento Lateral.

Existência de indicador de factor de carga de aterragem em alguns aviões, permite aferir possíveis anomalias e respectiva inspecção.

Possíveis danos normalmente concentrados no trem e nas estruturas de ligação à asa e fuselagem (danos primários). Podem também ser encontrados danos secundários no revestimento e estrutura da asa e fuselagem, dependendo da configuração e da carga do avião

Em alguns aviões é especificado que se não forem encontrados danos nas zonas primárias, não é necessário inspeccionar as zonas secundárias. Se existirem danos nas zonas primárias, é necessário inspeccionar as zonas secundárias

Fig. 363: Aterragem Dura.

ATERRAGEM DURA OU PESO SUPERIOR AO PESO AUTORIZADO

As tensões estruturais provocadas por uma aterragem dependem, do peso da aeronave e ainda do grau de severidade do impacto. Todavia, tendo em consideração a dificuldade em determinar a velocidade vertical no momento do impacto, é algumas vezes difícil de se efectuar, quando uma aterragem foi suficientemente dura para originar danos estruturais.

A "inspecção especial", deve ser feita sempre que uma aterragem é efectuada quando a aeronave nesse momento tem um peso que exceda o "peso máximo à aterragem", ou depois da aeronave ter efectuado uma aterragem dura, mesmos que esta tenha sido feita com a aeronave não excedendo o "peso máximo à aterragem".

O sinal mais evidente desta situação é normalmente visível no enrugamento do revestimento das asas. Outras indicações podem também ser detectadas, tais como:

- As futuras fugas de combustível ao longo das "costuras" rebitadas;
- Elementos estruturais.

No caso de qualquer destas áreas apresentar um sinal de anomalia, deverá ser feita uma inspecção mais profunda e efectuado um alinhamento da aeronave.

INSPECÇÕES DEVIDAS A TURBULÊNCIA

Sempre que um voo se faz em condições de vento forte, a carga suportada pelas asas pode exceder a carga normal suportada pelo peso da aeronave.

O vento tem tendência a acelerar a aeronave, enquanto que a sua inércia actua como reacção a esta mudança.

No caso da resultante da velocidade do vento com a velocidade de deslocamento ser muito elevada, as tensões provocadas na estrutura da aeronave podem causar danos estruturais. Deve ser sempre efectuada uma inspecção especial depois do voo em que uma aeronave sofreu forte turbulência.

Durante esta inspecção deve ser tomada em especial atenção aos revestimentos das superfícies superior e inferior das asas, e verificar a existência de enrugamentos ou torções.

Nas áreas que tenham acontecido enrugamentos, deverão renovar-se alguns rebites para serem examinados, de fora a saber se foram cortados ou se apresentam sinais de terem trabalhado ao corte.

Existem ainda outras zonas onde podem ter sofrido danos e que devem ser verificadas, tais como:

- Longarinas e elementos estruturais;
- Área em torno das nacelles;
- Vedante dos tanques de combustível;
- Trem de aterragem;
- Parte superior e inferior do revestimento da fuselagem;
- Área de ligação da empenagem à fuselagem.

As inspecções referidas cobrem as áreas críticas. No caso de se verificar a existência de fortes danos nestas áreas, a inspecção deverá ser mais apurada, até que todos os danos sejam detectados e possam ser corrigidos.

PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO

PLANEAMENTO DA MANUTENÇÃO

GENERALIDADES

Manutenção

Qualquer equipamento está sujeito a um processo de deterioração. Para que esse equipamento assegure a função para que foi concebio, é necessário que as suas características sejam mantidas em boas condições de funcionamento.

Existem diversas definições de Manutenção, uma das mais usuais é a seguinte:

É o conjunto de acções que permitem manter ou restabelecer um bem num estado ou com possibilidade de assegurar um serviço determinado.

Manutenção - Norma Portuguesa "**NP**":

É a combinação de acções de gestão, técnicas e económicas, aplicadas aos bens para optimização dos seus ciclos de vida, entendendo-se por bem o produto concebido para assegurar uma determinada função

Manutenção - *Association Française de Normalisation "AFNOR"*

Uma boa manutenção é assegurar estas operações por um custo global mínimo, ou seja: *"Eficiência".*

Função da Manutenção

Fazer manutenção, é efectuar as operações de lubrificação, observação dos equipamentos, reparação e melhoramentos, que permitem conservar e/ou melhorar o estado do equipamento, de forma a assegurar a continuidade e qualidade da produção. Uma boa manutenção é aquela que consegue executar todas estas operações, por um custo global mínimo.

Objectivos gerais da manutenção:

- ⇨ Deve ser efectuada ao longo do ciclo de vida de um equipamento;
- ⇨ Compreende, de uma forma alargada, todas as acções que sobre este se realizem e que tenham como objectivo garantir a sua operacionalidade de uma forma eficaz e económica.

Objectivos específicos da manutenção:

- Menores custos:
    - Maior fiabilidade obtida nos equipamentos;
- Menor tempo imobilizado em de peças de reserva:
    - Encomenda "Just in time";
- Economia de energia;
- Enriquecimento da empresa: "know-how";
- Intangíveis:
    - Representados por quebras na produção, na qualidade, atrasos dos prazos de entrega.

Tipos de Manutenção

Organograma 2: Tipos de Manutenção.

De acordo com a forma de actuar em relação a uma dada avaria ou anomalia, as intervenções de manutenção podem ser essencialmente de duas naturezas:

- Manutenção Não Planeada;
- Manutenção Planeada.

Manutenção Não Planeada

Em que as avarias ocorrem de forma súbita e imprevisível.

Manutenção Planeada

No caso de a degradação de um dado equipamento se dar de uma forma progressiva, de que é exemplo um ruído crescente e, portanto, permitir o planeamento da acção de manutenção no momento mais oportuno.

Manutenção Curativa e Manutenção de Melhoria:

- A manutenção curativa é efectuada após a constatação de uma anomalia num órgão, com o objectivo de restabelecer as condições que lhe permitam cumprir a sua missão;
- Como será o caso de uma anomalia se verificar de forma súbita, interrompendo o funcionamento do equipamento. Neste caso, dizemos que ocorreu uma avaria catalítica e a manutenção tem de intervir de emergência.

Manutenção Preventiva Sistemática:

- As intervenções de manutenção preventiva sistemática desencadeiam-se periodicamente, com base no conhecimento da lei de degradação aplicável ao caso do componente particular e de um risco de falha assumido;
- Um exemplo típico de tarefas que são efectuadas em regime de manutenção preventiva sistemática é o que respeita às operações de lubrificação. Entre elas contam-se as mudanças de óleo para equipamentos de pequeno e médio porte e as chamadas rotinas de lubrificação.

Manutenção Preventiva Condicionada:

- As intervenções por controlo de condição desencadeiam-se no fim de vida útil dos componentes;
- Momento em que é possível prever, medindo as tendências dos parâmetros que reflectem a sua degradação através das técnicas de controlo de condição, a taxa de degradação do componente até ao eventual colapso/falha;
- As intervenções por controlo de condição desencadeiam-se no fim de vida útil dos componentes;
- Momento em que é possível prever, medindo as tendências dos parâmetros que reflectem a sua degradação através das técnicas de controlo de condição, a taxa de degradação do componente até ao eventual colapso/falha;
- A manutenção condicionada difere da manutenção sistemática por se ter passado da execução de uma manutenção de forma sistemática para a execução de um controlo de condição de forma

sistemático, executando-se a manutenção só quando esta se torna necessária.

PLANEAMENTO

Documentação, Planeamento e Programação (DPP)

A DPP tem uma função de:

- Documentação e outra de planeamento e programação, que embora distintas se completam;
- No Planeamento e Programação são planeados e programados os trabalhos de manutenção mensais e semanais, com base nas necessidades operacionais e na disponibilidade de meios para o cumprimento das missões.

Planeamento da Manutenção

Planear e programar é a mais importante tarefa do gestor de manutenção. Da qualidade do planeamento, depende a boa ou má utilização dos meios humanos e materiais, que apoiam a manutenção.

O uso devido e efectivo dos recursos de manutenção só será possível se existir planeamento. Requisitos de equipamento auxiliar, de material e de pessoal terão de ser considerados com certa antecedência para que estejam disponíveis no momento em que são necessários, condição fundamental para garantia de cumprimento dos programas.

Planeamento da Manutenção pode ser: (3)

- Mensal;
- Semanal;
- Diário.

Planeamento Mensal da Manutenção

Na elaboração dum plano mensal deverão ser considerados todos os factores que possam condicionar a racional utilização dos meios.

É importante que o plano mensal de manutenção seja concluído e distribuído por todas as secções de trabalho, órgãos de gestão, supervisores e Centro de Distribuição de Tarefas (CDT) até uma semana antes do início do mês a que respeita.

Planeamento Semanal da Manutenção

Tem por objectivo introduzir correcções parcelares ao plano mensal de modo a que se obtenha um plano tão real quanto possível, aumentando assim, as probabilidades de poder ser cumprido.

Em relação ao plano semanal de manutenção deverá já existir por parte de todo o pessoal, a preocupação em o cumprir na sua maior extensão possível, contrariando todas as tendências para desvios.

Planeamento Semanal da Manutenção

Para elaboração planeamento semanal, a manutenção deverá receber das operações as seguintes informações até um dia antes da reunião:

- ⇨ Tempos de utilização das aeronaves e horas previstas de descolagem;
- ⇨ Requisitos de configuração;
- ⇨ Missões especiais e necessidades em equipamento específico;
- ⇨ Necessidades em aeronaves de alerta e reserva.

Planeamento Diário da Manutenção

Este planeamento de manutenção é necessário para englobar os requisitos de manutenção não programada nas porções diárias do plano semanal de manutenção.

A maior parte dos requisitos de manutenção não programada são definidos através do processo de "debriefing", obrigatório no final de cada voo e em que se debate qualquer anomalia na aeronave.

Da intercalação de tais requisitos no plano semanal resultam os planos diários. Este planeamento não é mais do que pormenorizações parciais e pequenos ajustamentos dos planeamentos semanais e normalmente resultam da actividade operacional, por haver novas missões ou por surgirem avarias (manutenção inopinada).

O plano diário deverá ser conhecido durante o dia anterior àquele a que respeita.

PROCEDIMENTOS ASSOCIADOS A MODIFICAÇÕES E PROCEDIMENTOS ADICIONAIS DE MANUTENÇÃO

CARTAS DE TRABALHO

Tipos

As Cartas de Trabalho podem ser: (2)

- Cartas Básicas de Trabalho (CBT);
- Cartas de Trabalho Adicionais e Oriundas.

Cartas Básicas de Trabalho (CBT)

- São acções de manutenção programadas pelo construtor ou entidade gestora;
- Existirá no CQ um conjunto de CBT actualizado, por cada tipo de aeronave.

Cartas de Trabalho Adicionais e Oriundas

- As CBT não cobrem toda a manutenção necessária numa aeronave;
- Da necessidade de execução de manutenção extra, que pode ser programada ou não, resulta a necessidade de elaboração, por parte de DPP, CDT ou da própria Secção de Trabalho, de Cartas Adicionais ou Cartas Oriundas.

Cartas de Trabalho Adicionais e Oriundas

- Substituição de órgãos com potencial acabado, cumprimento de OTC`s e reparações previamente conhecidas, são alguns exemplos de: *Cartas Adicionais;*
- Reparações ou substituição de órgãos não previstos nas CBT, darão por origem a: *Cartas Oriundas*.

Números de Obra

A atribuição e controlo de nº de obra para que uma acção de manutenção seja realizada e controlada, é necessário que a essa acção seja atribuído um número de obra. A DPP é a responsável pela atribuição e controlo dos números de obra.

PROCEDIMENTOS DE CERTIFICAÇÃO E APTIDÃO PARA O VOO

INSPECÇÃO PARA O VOO

Tipos

Briefing

Deve ser realizado antes do voo entre o mecânico que dá saída e o comandante da aeronave.

Debriefing

Deve ser realizado entre o mecânico que recebe a aeronave e o comandante da mesma, depois de voo, para analisar o estado mecânico da aeronave e equipamento, permitindo deste modo que não sejam escritas determinadas avarias, ou que no caso de confirmação destas, evitar a pesquisa. Neste caso, ganha-se tempo e disponibilidade de pessoal.

As inspecções para o Voo podem ser:

- Antes do Voo;
- Entre Voos;
- Diária.

Antes de Voo

- ⇨ Destina-se a verificar se a aeronave está em boas condições para o voo;
- ⇨ Requer uma verificação visual e de funcionamento, para determinar maus ajustamentos, falhas e defeitos, que a não serem corrigidos, podem causar acidentes de aeronaves, ou o não cumprimento das missões;
- ⇨ Esta inspecção, contudo, não será tão completa que necessite a desmontagem dos órgãos para observar as primeiras fases de desgaste ou deterioração;
- ⇨ Será realizada antes do primeiro voo do dia.

Entre voos

- ⇨ São executadas imediatamente antes das descolagens e são posteriores ao primeiro voo do dia e à primeira inspecção de cada dia;
- ⇨ Estas inspecções consistem numa verificação funcional, com a finalidade de julgar o estado de aptidão das aeronaves para cada voo e verificação ou reabastecimento dos níveis de combustível, de óleo do motor, de óleo hidráulico, etc.

Diária

- ⇨ São executadas depois do último voo do dia e pelo menos uma vez por semana em aeronaves que não tenham voado durante esse período;
- ⇨ Com estas inspecções pretende-se determinar o estado geral das aeronaves, motores, equipamento e acessórios.

SIMBOLOGIA

Objectivo

Para poupar tempo e tornar as observações importantes imediatamente evidentes (visualização rápida do estado actual da aeronave).

Mudança de Símbolos

- ⇨ Os símbolos registados nos Modelo 2/M e 3/M representam a opinião pessoal do indivíduo, relativamente ao estado da aeronave, inspecção ou deficiência;
- ⇨ Nenhum outro indivíduo, poderá alterar o símbolo que foi registado.

Simbologia utilizada: (5)

1. **Cruz Vermelha "X";**
2. **Traço horizontal Vermelho "____";**
3. **Diagonal Vermelha " / ";**
4. **Traço horizontal Preto "____";**
5. **Iniciais a preto e Nome.**

1. Cruz Vermelha "X"

- ⇨ Indica que se considera a aeronave insegura ou imprópria para voo, e que, até esse estado ser alterado, não pode voar;
- ⇨ **NINGUÉM PODE AUTORIZAR OU ORDENAR QUE A AERONAVE VOE, SEM SE RECTIFICAR A "CRUZ VERMELHA";**
- ⇨ O chefe do Controlo de Manutenção deve ser avisado sempre que uma Cruz Vermelha seja inscrita (Instruções técnicas; Defeito ou condição insatisfatória em sistema ou peça; Mudança de motor).

2. Traço horizontal Vermelho "___"

- Indica que embora necessário, não se completou uma inspecção, uma substituição de acessórios, ou o voo de experiência;
- A presença do símbolo indica que o estado do equipamento é desconhecido e pode ser um símbolo errado, visto poderem existir condições referentes à "Cruz Vermelha";
- Estas condições serão corrigidas logo que for possível, pela execução da inspecção requerida, substituição de acessórios ou voo de experiência, ou qualquer outra manutenção necessária.

3. Diagonal Vermelha " / "

- Indica que existem condições insatisfatórias na aeronave (anomalias, necessidade de trabalhos de manutenção, instruções técnicas de diagonal vermelha a cumprir) e **"REQUER UMA LICENÇA EXCEPCIONAL"** antes de voo;
- A Diagonal Vermelha será registada nos Mod. 2/M e 3/M, a partir do vértice superior direito da coluna.

4. Traço horizontal Preto "___"

- O Traço Horizontal a Preto é incluído neste sistema, apenas como processo para indicar a não observância das instruções técnicas em que o cumprimento seja **"LOGO QUE PRATICÁVEL"**, e directivas idênticas;
- Estas directivas, não justificam o emprego de um símbolo vermelho, porque permitem normalmente atraso na sua execução;
- Requerem contudo, um registo nos Mod. 2/M e 3/M. Este símbolo, nunca será empregue como símbolo dominante **"NO ESTADO ACTUAL"**.

5. Iniciais a preto e Nome

- A inicial do último nome ou o nome do mecânico, escritos a preto, nas colunas apropriadas do Mod. 2/M e 3/M, indicam que ele inspeccionou o órgão, conjunto ou sistema a que se refere a coluna e acha que o seu estado é satisfatório;
- Portanto, a combinação de um símbolo e inicial, indica um estado inseguro que foi corrigido. Por isso, sobre uma inicial nunca pode ser registado um símbolo.

CADERNETA DA AERONAVE

Objectivo

Registo principal da situação de toda a aeronave.

Função

Permitir ao pessoal utilizador e de manutenção, conhecer o estado operacional da aeronave, bem como a situação das anomalias e trabalhos de manutenção.

É composta por:

- ⇨ Modelo 2/M;
- ⇨ Registo de Manutenção e Modelo 3/M;
- ⇨ Lista de Deficiências a Corrigir.

INSPECÇÃO DE MANUTENÇÃO, GARANTIA E CONTROLO DE QUALIDADE

INSPECÇÕES PROGRAMADAS

As Inspecções Programadas encontram-se divididas em quatro fases:

- Preparação;
- Básica;
- Correctiva;
- Ensaio final.

Preparação

- Inicia-se com uma reunião pré-inspecção, seguindo-se a preparação da aeronave, que inclui a lavagem e a preparação da área de inspecção;
- A aeronave deve ser lavada conforme as publicações técnicas aplicáveis;
- A área de inspecção (doca) deve ser limpa e o equipamento e ferramentas necessárias devem estar disponíveis.

Básica

- Segue-se à fase de preparação e consiste na condução da inspecção de acordo com as cartas básicas de trabalho aplicáveis.

Correctiva

- Pode ter início antes de ter terminado a fase básica, mas não deve interferir com a sua execução;
- A fase correctiva é composta das acções de manutenção necessárias para corrigir as anomalias descobertas durante a fase básica (cartas oriundas);
- Executar a manutenção determinada durante a fase de preparação (cartas adicionais).

Ensaio Final

- Segue-se à fase correctiva e consiste em verificações funcionais de acordo com as publicações técnicas e as cartas de trabalho aplicáveis;
- Preparação de aeronaves para voo de ensaio, quando aplicável e correcção de anomalias descobertas durante as verificações funcionais, tanto no solo como em voo.

CONTROLO DE COMPONENTES DE VIDA LIMITADA

CONTROLO DA MANUTENÇÃO

Controlo de Material

É a área do Controlo de Manutenção que gere o fluxo de sobressalentes para a manutenção de aeronaves:

- Quer os provenientes da corrente geral de abastecimento (através da Ligação Manutenção/Abastecimento - LMA);
- Quer os que resultam da recuperação de órgãos e componentes ao nível da unidade (através do Controlo de Produção - CP).

Organização do Controlo de Material

O Controlo de Material compreende duas funções distintas:

- A Ligação Manutenção Abastecimento (LMA);
- O Controlo de Produção (CP).

A LMA (Ligação Manutenção Abastecimento)

Gere o ciclo de recuperação de órgãos e componentes de aeronaves, e respectivo equipamento auxiliar, ao nível da Unidade, excepto quando aqueles são reparados e reinstalados sob a responsabilidade da mesma entidade.

Organização do Controlo de material

O Controlo de Produção (CP) gere as relações entre as Esquadras de Manutenção e a Esquadra de Abastecimento, no que respeita a material de aeronaves e respectivo equipamento auxiliar.

CONTROLO DE COMPONENTES

Controlo de Componentes de Vida Limitada

O Nº de ciclos, pode ser feito através:

- Duração;
- Rotações;
- Aterragens;
- Temperaturas registadas;
- etc.

CÓDIGO DE AVARIAS

Relato de Voo

No final de cada voo, o comandante do avião atribuirá um código de estado de funcionamento, que vai de 1 a 4, e tem por finalidade permitir ao CDT, fazer deslocar para a placa de estacionamento o pessoal necessário, de acordo com a anomalia reportada, para imediata reparação.

Estes códigos englobam as seguintes situações:

- *Código 1* - Aeronave em boas condições operacionais;
- *Código 2* - Aeronave com pequena deficiência ou anomalia de fácil e rápida correcção;
- *Código 3* - Aeronave com anomalia que a torna inoperativa;
- *Código 4* - Aeronave com suspeita de contaminação NBQ.

ANEXO A – MATERIAL DE APOIO GENÉRICO

Tabela 1: Tabela Periódica dos Elementos.

CONVERSÃO DE UNIDADES DE MEDIDA					
GRANDEZA	PARA CONVERTER	SÍMBOLO	MULTIPLICAR POR $\rightarrow$	SÍMBOLO	PARA OBTER
	PARA OBTER		DIVIDIR POR $\leftarrow$		PARA CONVERTER
COMPRIMENTO	Metros	m	3,281	ft	Pés
	Polegadas	in	25,4	mm	Milímetros
	Quilômetros	Km	0,6214	mile	Milhas
ÁREA	Ares	a	100	m^2	Metros Quadrados
	Hectares	ha	10.000	m^2	Metros Quadrados
	Quilómetros Quadrados	Km^2	0,3861	$miles^2$	Milhas Quadradas
	Quilómetros Quadrados	Km^2	100	Ha	Hectares
VOLUME	Litros	L	0,264	Us/gal	Galões Americanos
	Litros	L	0,0353	ft/cu	Pés Cúbicos
	Metros Cúbicos	m^3	264,17	Us/gal	Galões Americanos
	Metros Cúbicos	M^3	35,31	ft/cu	Pés Cúbicos
	Metros Cúbicos	M^3	1000	L	Litros
CAUDAL	Litros Por Segundo	L/s	3.600	L/h	Litros por Hora
	Litros Por Minuto	L/min.	0,0353	ft/cu/min.	Pés Cúbicos por Minuto
	Litros Por Hora	L/h	0,00059	ft/cu/min.	Pés Cúbicos por Minuto
	Litros Por Segundo	L/s	15,85	gal/min.	Galões por Minuto
	Litros Por Minuto	L/min.	0,264	gal/min.	Galões por Minuto
	Metros Cúbicos P/Hora	M^3/h	0,59	ft/cu/min.	Pés Cúbicos por Minuto
	Metros Cúbicos P/Hora	M^3/h	4,403	gal/min.	Galões por Minuto
	Metros Cúbicos P/Hora	M^3/h	1.000	L/h	Litros/hora
PRESSÃO	Atmosferas	atm.	1,033	Kg/cm^2	Quilogramas p/centímetro Quadrado
	Metros De Coluna D'agua	mca	3,284	ft	Pés
	Metros De Coluna D'agua	mca	0,1	Kg/cm^2	Quilogramas p/centímetro Quadrado
	Libras Por Polegada Quadrada	$Lb/Pol.^2$ (PSI)	0,703	mca	Metros de Coluna D'água
	Quilogramas Por Centímetro Quadrado	Kg/cm^2	14,22	Lb/Pol^2(PSI)	Libra por polegada Quadrada
	Quilogramas Por Centímetro Quadrado	Kg/cm^2	10	mca	Metros de Coluna D'água
	Bar	Bar	10,197	mca	Metros de Coluna D'água
	Mega Pascal	MPa	10	bar	Bar
	Mega Pascal	MPa	101,9716	mca	Metros de Coluna D'água
	Mega Pascal	MPa	10,1971	Kg/cm^2	Quilogramas p/centímetro Quadrado
PESO	Libras	Lb	0,4536	Kg	Quilogramas
	Quilogramas	Kg	2,2045	Lb	Libras
VELOCIDADE	Metros Por Segundo	M/s	3,281	ft/sec.	Pés por Segundo
	Metros Por Segundo	M/s	3,6	Km/h	Quilómetros Por Hora
	Metros Por Minuto	M/min.	0,03728	mile/h	Milhas por hora
	Quilómetros Por Hora	Km/h	0,91134	ft/sec.	Pés por Segundo
	Quilómetros Por Hora	Km/h	0,27778	m/s	Metros por Segundo
POTÊNCIA	Cavalos Vapor	CV	0,7355	KW	Quilowatt
	Cavalos Vapor	CV	0,9863	HP	Horse Power
	Cavalos Vapor	CV	735,5	W	Watts
	Quilowatt	KW	1.000	W	Watts
	Megawatts	MW	100.000	W	Watts
	Quilowatt	KW	1,341	HP	Horse Power
	Quilowatt Hora	KW/h	3412,98	BTU	BTU
TEMPERATURA	Graus Celsius + 32	ºC	1,8	ºF	Graus Farenheit
	Graus Celsius + 273	ºC	1,0	K	Kelvin

Tabela 2: Conversão de Unidades de Medida.

Sistemas de Unidades de Medida

Grandeza	Unidade	Símbolo
Tempo	Segundo	s
Comprimento	Metro	m
Ângulo	Radiano	rad
Área	Metro quadrado	m^2
Volume	Metro cúbico	m^3
Frequência	Hertz	hz
Massa	Quilograma	kg
Densidade	Quilograma por metro cúbico	kg/m^3
Força	Newton	N
Tensão	Pascal	Pa
Temperatura	Grau Célsius	°C
Energia	Joule	J
Potência	Watt	W

Tabela 3: Grandeza – Unidade – Símbolo.

Factores de Multiplicação		
Factor	**Prefixo**	**Símbolo**
10^{12}	tera	T
10^{9}	giga	G
10^{6}	mega	M
10^{3}	quilo	k
10^{2}	hecto	h
10	deca	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	µ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p

Tabela 4: Factores de Multiplicação.

Sistemas de Unidades de Medida

Comprimento

Polegada	Pé	Jarda	Metro	Milha terrestre
1	0,08333	0,02778	0,0254	$15,786 \times 10^{-6}$
12	1	0,33333	0,3048	$0,189 \times 10^{-3}$
36	3	1	0,9144	$0,568 \times 10^{-3}$
39,37	3,281	1,094	1	$0,622 \times 10^{-3}$
63346,33	5280	1760,25	1609	1

Tabela 5: Conversão de Unidades de Medida.

Massa

Onça	Libra	Quilograma	Slug
1	0,0625	0,02835	$1,943 \times 10^{-3}$
16	1	0,4536	0,0311
35,27	2,205	1	0,0685
514,589	32,171	14,59	1

Tabela 6: Conversão de Unidades de Medida.

Trabalho e Energia

Libra-pé	Nm=J=Ws	kWh	kcal	Btu
1	1,356	$376,8 \times 10^{-9}$	324×10^{-6}	$1,286 \times 10^{-3}$
0,7376	1	$277,8 \times 10^{-9}$	239×10^{-6}	$948,4 \times 10^{-6}$
$2,655 \times 10^{6}$	$3,6 \times 10^{6}$	1	860	3413
$3,087 \times 10^{3}$	4187	$1,163 \times 10^{-3}$	1	3,968
778,6	1055	293×10^{-6}	0,252	1

Tabela 7: Conversão de Unidades de Medida.

Sistemas de Unidades de Medida

Potência

hp	Nm/s=W	Kcal/s	Btu/s
1	745,7	0,1782	0,7073
$1,341 \times 10^{-3}$	1	$239, \times 10^{-6}$	$948,4 \times 10^{-6}$
5,614	4187	1	3,968
1,415	1055	0,252	1

Tabela 8: Conversão de Unidades de Medida.

Pressão

Pa	bar	atm	Torr	psi=lb/in^2
1	10^{-5}	$0,102 \times 10^{-4}$	0,0075	$0,145 \times 10^{-3}$
10^{5}	1	1,02	750	14,503
$98,1 \times 10^{3}$	O,981	1	736	14,22
133,322	$1,33 \times 10^{-3}$	$1,36 \times 10^{-3}$	1	0,0193
6895	0,06895	0,0703	51,713	1

Tabela 9: Conversão de Unidades de Medida.

Poder Calorífico Superior dos Materiais		
1 – Madeira	2000 a 4000	Kcal/kg
2 – Carvão	6000 a 7500	Kcal/kg
3 – Petróleo	8700 a 11100	Kcal/kg
4 – Gasolina	8100 a 11300	Kcal/kg
5 – Gasoil	9170 a 10900	Kcal/kg
6 – Fuel Oil	10200 a 10400	Kcal/kg
7 – Gás da Cidade	4200	Kcal/m³
8 – Gás Natural	8000 a 10000	Kcal/m³
9 – Electricidade	860	Kcal/kWh
10 – Propano	11900 a 22000	Kcal/m³
11 – Butano	11800 a 28300	Kcal/m³

Tabela 10: Poder Calorífico e Energético.

Comparação Energética				
1kg de Propano Ou 1kg de Butano	Equivale a:	3 a 6	Kg	Madeira
		1,5 a 2	Kg	Carvão
		1,4	L	Petróleo
		1,5	L	Gasolina
		1,1	Kg	Gasoil
		1,2	Kg	Fuel
		2,8	m³	Gás da Cidade
		1,2 a 1,5	m³	Gás Natural
		14	kWh	Electricidade

Tabela 11: Comparação Energética.

Factores para Comparação de Combustíveis

- Custo de Instalação
- Poder calorífico
- Rendimento alcançável no dispositivo de queima
- Preço
- Economia de:
    - Armazenamento
    - Manutenção dos Equipamentos
    - Limpeza
- Qualidade do serviço obtido

Tabela 12: Poder Calorífico e Energético.

Tabela de Densidade	
Materiais	**Massa Volúmica (g/cm^3)**
Platina	21,40
Ouro	19,30
Chumbo	11,30
Prata	10,50
Cobre	8,92
Níquel	8,90
Ferro	7,90
Crómio	7,10
Zinco	7,10
Titânio	4,50
Carbono	3,50
Alumínio	2,70
Boro	2,40
Enxofre	2,06
Magnésio	1,75

Tabela 13: Densidade dos Materiais.

Tabela de Fusibilidade	
Materiais	**Fusibilidade (ºC)**
Carbono	3.500
Boro	2.300
Crómio	1.920
Platina	1.770
Titânio	1.725
Ferro	1.535
Níquel	1.450
Cobre	1.083
Ouro	1.063
Prata	960
Alumínio	660
Magnésio	650
Zinco	419
Chumbo	327
Enxofre	115

Tabela 14: Fusibilidade dos Materiais.

ANEXO B – DESENHO TÉCNICO

Grupo	Capítulo	Designação
AVIÃO (G1)	5	Potenciais/Inspecções
	6	Dimensões e Áreas
	7	Elevação e Escoragem
	8	Nivelamento e Pesagem
	9	Reboque e Rolagem
	10	Estacionamento e Amarração
	11	Placards e Marcas
	12	Serv. Assistência (Servicing)
CÉLULA/SISTEMAS (G2)	20	Práticas Normalizadas de Célula
	21	Ar Condicionado
	22	Voo Automático
	23	Comunicações
	24	Energia Eléctrica
	25	Equipamento de Cabina
	26	Protecção Contra Incêndios
	27	Comandos de Voo
	28	Combustível
	29	Energia Hidráulica
	30	Protecção Contra Gelo e Chuva
	31	Sistemas de Indicação/Registo
	32	Trem de Aterragem
	33	Luzes
	34	Navegação
	35	Oxigénio
	36	Pneumático
	37	Vácuo
	38	Água e Despejos
	39	Painéis Eléctricos e Electrónicos e Componentes para Múltiplos Fins
	49	Sistemas Auxiliares de Potência
CÉLULA/ESTRUTURAS (G3)	51	Generalidades Sobre Estruturas
	52	Portas
	53	Fuselagem
	54	Naceles e Mastros
	55	Empenagem
	56	Janelas
	57	Asas
HÉLICES/ROTORES (G4)	60	Práticas Normalizadas de Hélices/Rotores
	61	Hélices
	62	Rotores (Helicópteros)
	63	Engrenagens do Rotor
	64	Rotor de Cauda
	65	Engrenagens do Rotor de Cauda
	66	Comando das Pás
	67	Comando de Voo
INSTALAÇÃO DE POTÊNCIA (G5)	70	Práticas Normalizadas de Motores
	71	Instalação de Potência
	72	Motor
	73	Combustível do Motor e Seu Comando
	74	Ignição
	75	Ar
	76	Comandos do Motor
	77	Indicadores do Motor
	78	Escape
	79	Óleo
	80	Arranque
	81	Turbinas de Motor Alternativos
	82	Injecção de Água
	83	Caixa de Engrenagens de Acessórios
(G6)	91	Mapas & Tabelas

Tabela 1: ATA 100.

ANEXO C – TRABALHOS EM CHAPA

Qualidades (*)	Sentido da Dobra (**)	Raio de dobragem mínimo admissível (mm) Para as espessuras indicadas (mm)														
		Até 1	Entre 1 e 1,5	Entre 1,5 e 2,5	Entre 2,5 e 3	Entre 3 e 4	Entre 4 e 5	Entre 5 e 6	Entre 6 e 7	Entre 7 e 8	Entre 8 e 10	Entre 10 e 12	Entre 12 e 14	Entre 14 e 16	Entre 16 e 18	Entre 18 e 20
E24-1 E42-2	T	1,6	2	2,5	3	5	7	9	11	14	18	22	26	30	38	42
	L	1,6	2	2,5	3	6	9	11	14	18	22	26	30	34	42	46
E24-3	T	1	1,6	2,5	3	5	6	8	10	12	16	20	24	28	36	40
	L	1	1,6	2,5	3	6	8	10	12	16	20	24	28	32	40	45
E26-2	T	2	2,5	3	4	5	9	11	14	18	22	26	30	34	42	47
	L	2	2,5	3	4	6	11	13	18	22	26	30	34	38	47	52
E26-3	T	1,2	2	3	4	5	8	10	12	16	20	24	28	32	40	45
	L	1,2	2	3	4	6	10	12	16	29	24	28	32	36	45	50
E30-3	T	-	-	-	-	6	8	10	12	16	20	24	29	33	42	47
	L	-	-	-	-	7	10	12	16	20	24	29	33	38	47	55
E36-2	T	2,5	3	4	5	6	9	11	14	18	22	27	32	37	47	52
	L	2,5	3	4	5	8	11	13	18	22	27	32	37	42	52	65
E36-3	T	1,6	2,5	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	35	45	50
	L	1,6	2,5	4	5	8	10	12	16	20	25	30	35	40	50	63

Tabela 1: Raio Mínimo de Dobragem.

ANEXO C – ELEMENTOS DE LIGAÇÃO

TABELAS DE ROSCAS								
ROSCA MÉTRICA DE PERFIL TRIANGULAR SÉRIE NORMAL								
EXTERNA (PARAFUSO)				INTERNA (PORCA)			EXTERNA E INTERNA (PARAFUSO E PORCA)	
Maior (nominal)	Menor	Altura do filete	Raio da raiz da rosca externa	Maior	Menor	Raio da raiz da rosca interna	Passo	Efetivo
d (mm)	d_1 (mm)	h_e (mm)	r_{re} (mm)	D (mm)	D_1 (mm)	r_{ri} (mm)	P (mm)	d_2 D_2 (mm)
1	0,693	0,153	0,036	1,011	0,729	0,018	0,25	0,837
1,2	0,893	0,153	0,036	1,211	0,929	0,018	0,25	1,038
1,4	1,032	0,184	0,043	1,413	1,075	0,022	0,3	1,205
1,6	1,171	0,215	0,051	1,616	1,221	0,022	0,35	1,373
1,8	1,371	0,215	0,051	1,816	1,421	0,022	0,35	1,573
2	1,509	0,245	0,058	2,018	1,567	0,025	0,4	1,740
2,2	1,648	0,276	0,065	2,220	1,713	0,028	0,45	1,908
2,5	1,948	0,276	0,065	2,520	2,013	0,028	0,45	2,208
3	2,387	0,307	0,072	3,022	2,459	0,031	0,5	2,675
3,5	2,764	0,368	0,087	3,527	2,850	0,038	0,6	3,110
4	3,141	0,429	0,101	4,031	3,242	0,044	0,7	3,545
4,5	3,680	0,460	0,108	4,534	3,690	0,047	0,75	4,013
5	4,019	0,491	0,115	5,036	4,134	0,051	0,8	4,480
6	4,773	0,613	0,144	6,045	4,917	0,06	1	5,350
7	5,773	0,613	0,144	7,045	5,917	0,06	1	6,350
8	6,466	0,767	0,180	8,056	6,647	0,08	1,25	7,188
9	7,466	0,767	0,180	9,056	7,647	0,08	1,25	8,188
10	8,160	0,920	0,217	10,067	8,376	0,09	1,5	9,026
11	9,160	0,920	0,217	11,067	9,376	0,09	1,5	10,026
12	9,833	1,074	0,253	12,079	10,106	0,11	1,75	10,863
14	11,546	1,227	0,289	14,090	11,835	0,13	2	12,701
16	13,546	1,227	0,289	16,090	13,835	0,13	2	14,701
18	14,933	1,534	0,361	18,112	15,294	0,16	2,5	16,376
20	16,933	1,534	0,361	20,112	17,294	0,16	2,5	18,376
22	18,933	1,534	0,361	22,112	19,294	0,16	2,5	20,376
24	20,319	1,840	0,433	24,135	20,752	0,19	3	22,051
27	23,319	1,840	0,433	27,135	23,752	0,19	3	25,051
30	25,706	2,147	0,505	30,157	26,211	0,22	3,5	27,727
33	28,706	2,147	0,505	33,157	29,211	0,22	3,5	30,727
36	31,093	2,454	0,577	36,180	31,670	0,25	4	33,402
39	34,093	2,454	0,577	39,180	34,670	0,25	4	36,402
42	36,479	2,760	0,650	42,102	37,129	0,28	4,5	39,077

Tabela 1: Rosca Métrica série Normal.

TABELAS DE ROSCAS								
ROSCA MÉTRICA DE PERFIL TRIANGULAR SÉRIE FINA								
EXTERNA (PARAFUSO)				INTERNA (PORCA)			EXTERNA E INTERNA (PARAFUSO E PORCA)	
Maior (nominal) d (mm)	Menor d_1 (mm)	Altura do filete h_e (mm)	Raio da raiz da rosca externa r_{re} (mm)	Maior D (mm)	Menor D_1 (mm)	Raio da raiz da rosca interna r_{ri} (mm)	Passo P (mm)	Efetivo d_2 D_2 (mm)
1,6	1,354	0,123	0,029	1,609	1,384	0,013	0,2	1,470
1,8	1,554	0,123	0,029	1,809	1,584	0,013	0,2	1,670
2	1,693	0,153	0,036	2,012	1,730	0,157	0,25	1,837
2,2	1,893	0,153	0,036	2,212	1,930	0,157	0,25	2,038
2,5	2,070	0,215	0,050	2,516	2,121	0,022	0,35	2,273
3	2,570	0,215	0,050	3,016	2,621	0,022	0,35	2,773
3,5	3,070	0,215	0,050	3,516	3,121	0,022	0,35	3,273
4	3,386	0,307	0,072	4,027	3,459	0,031	0,5	3,673
4,5	3,886	0,307	0,072	5,527	3,959	0,031	0,5	4,175
5	4,386	0,307	0,072	5,027	4,459	0,031	0,5	4,675
5,5	4,886	0,307	0,072	5,527	4,959	0,031	0,5	5,175
6	5,180	0,460	0,108	6,034	5,188	0,047	0,75	5,513
7	6,180	0,460	0,108	7,034	6,188	0,047	0,75	6,513
8	7,180	0,460	0,108	8,034	7,188	0,047	0,75	7,513
8	6,773	0,613	0,144	8,045	6,917	0,06	1	7,350
9	8,180	0,460	0,108	9,034	8,188	0,047	0,75	8,513
9	7,773	0,613	0,144	9,045	7,917	0,06	1	8,350
10	9,180	0,460	0,108	10,034	9,188	0,047	0,75	9,513
10	8,773	0,613	0,144	10,045	8,917	0,06	1	9,350
10	8,466	0,767	0,180	10,056	8,647	0,08	1,25	8,625
11	10,180	0,460	0,108	11,034	10,188	0,047	0,75	10,513
11	9,773	0,613	0,144	11,045	9,917	0,06	1	10,350
12	10,773	0,613	0,144	12,045	10,917	0,06	1	11,350
12	10,466	0,767	0,180	12,056	10,647	0,08	1,25	11,187
12	10,160	0,920	0,217	12,067	10,376	0,09	1,5	11,026
14	12,773	0,613	0,144	14,045	12,917	0,06	1	13,350
14	12,466	0,767	0,180	14,056	12,647	0,08	1,25	13,187
14	12,160	0,920	0,217	14,067	12,376	0,09	1,5	13,026
15	13,773	0,613	0,144	15,045	13,917	0,06	1	14,350
15	13,160	0,920	0,217	15,067	13,376	0,09	1,5	14,026
16	14,773	0,613	0,144	16,045	14,917	0,06	1	15,350
16	14,160	0,920	0,217	16,067	14,376	0,09	1,5	15,026
17	15,773	0,613	0,144	17,045	15,917	0,06	1	16,350
17	15,160	0,920	0,217	17,067	16,376	0,09	1,5	16,026
18	16,773	0,613	0,144	18,045	16,917	0,06	1	17,350

Tabela 2: Rosca Métrica série Fina.

TABELA DE ROSCAS

SISTEMA INGLÊS WHIT. GROSSA – BSW
WHIT. FINA – BSF

Diâmetro nominal em pol.	Número de fios		Brocas	
	BSW	BSF	Pol.	(mm)
1/16	60	–	3/64	1,2
3/32	48	–	5/64	1,9
1/8	40	–	3/32	2,6
5/32	32	–	1/8	3,2
3/16	24	–	9/64	3,75
7/32	24	–	11/64	4,5
1/4	20	–	13/64	5,1
	–	26	7/32	5,4
9/32	26	–	1/4	6,2
5/16	18	–	17/64	6,6
	–	22	17/64	6,8
3/8	16	–	5/16	8
	–	20	21/64	8,3
7/16	14	–	3/8	9,4
	–	18	25/64	9,75
1/2	12	–	27/64	10,5
	–	16	7/16	11

Diâmetro nominal em pol.	Número de fios		Brocas	
	BSW	BSF	Pol.	(mm)
9/16	12	–	31/64	12,5
	–	16	1/2	13
5/8	11	–	17/32	13,5
	–	14	9/16	14
11/16	11	–	19/32	15
	–	14	5/8	15,5
3/4	10	–	1/32	16,5
	–	12	43/64	17
7/8	9	–	49/64	19,5
	–	11	25/32	20
1	8	–	7/8	22,5
	–	10	29/32	23
1 1/8	7	–	63/64	25
	–	9	1 1/64	26
1 1/4	7	–	1 7/64	28
	–	9	1 9/64	29
1 3/8	6	–	1 7/32	31
	–	8	1 1/4	32
1 1/2	6	–	1 11/32	34
	–	8	1 3/8	35

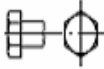
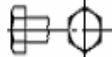
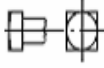
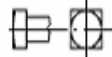
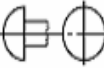
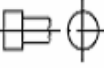
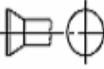
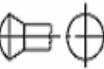
Tabela 3: Rosca Sistema Inglês.

Formas de cabeça	Formatos do corpo	Pontas	Dispositivos de atarraxamento
sextavada	com a parede roscada de diametro igual ao da não roscada	cônica	sextavado
quadrada	com a parede roscada de diametro maior que o da não roscada	arredondada	quadrado
redonda		plana com chanfro	sextavado interno
abaulada		plana	fenda
cilíndrica			fenda cruzada
escareada			borboleta
escareada abaulada			recartilhado

Tabela 4: Formas da cabeça e Formatos do corpo.

ANEXO D – DISPOSITIVOS DE FRENAGEM

Materiais	Especificação	Aplicação
Liga de Cobre – Níquel (Monel)	QQ – N – 281 MS 20995 NC 32	Gerais até 700ºF 370ºC
Liga de Ferro - Cobre – Níquel (Inconel)	QQ – W – 281 MS 20995 NC 32	Gerais acima 700ºF 370ºC
Aço carbono revestido a Zinco	QQ – W – 461 MS 20995 F 32	Gerais
Crês (aço resistente à corrosão)	AISI 316 QQ – W – 423	Peças resistentes ao calor e não magnéticas
Liga de Alumínio	------------ MS 20995 CU20	Peças em magnésio
Cobre	QQ – W – 343 MS 20995 C 32	Frenagens sujeitas ao corte
Cinzento-escuro *	MAS – 5687 ou MA – 9226 – 04	Até 1.800ºF (982ºC)

Tabela 1: Materiais Especificação - Aplicação

*O arame especificamente tratado para aplicações a 1800ºF (982ºC), tem uma cor cinzenta escura a preta.

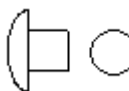
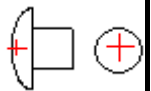
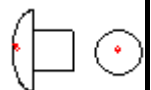
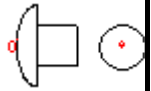
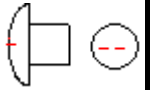
ANEXO E – REBITES PARA AERONAVES

Cabeça Universal					Cabeça de Embeber	
Marca da Cabeça	**Identificação da Marca**	**Material**		**Código do Material**	**Tratamento Térmico**	**Tratamento Térmico antes de usar**
	Nenhuma	2 S	1100-T4	A	Com a de fabrico	Não
	1 Cruz saliente	56 S	5056 – H32	B	Com a de fabrico	Não
	1 Ponto profundo	A 17 S	2117 – T4	AD	Com Tratamento Térmico	Não
	1 Ponto saliente	17 S	2017 – T4	D	Com Tratamento Térmico	Sim
	2 Traços salientes	24 ST	2024 – T4	DD	Com Tratamento Térmico	Sim
Sistema Simbologia		**Ref. Antiga**	**Ref. Antiga**	**Sistema Alfa Numérico**	**Com Tratamento Térmico**	

Tabela 1: Sistemas de Identificação de Rebites.

ANEXO F – TRANSMISSÕES

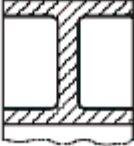
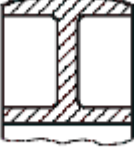
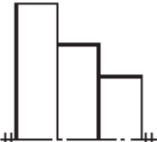
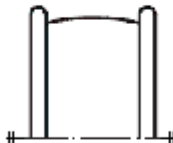
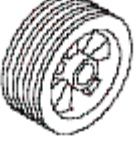



Tabela 1: Formas de Representação de Polias.

BIBLIOGRAFIA

Airframes and Systems –JAA ATPL Training.

Aircraft weight and balance handbook – FAA-H-8083-1A, 2007

Airplane Maintenance and Repair.

Aviation Mechanic Handbook.

Cunha, Luís Veiga – **Desenho Técnico** – Fundação Calouste Gulbenkian, 10 Edição.

Manual de aerodinâmica – DINST/M 144-21.

Manual de performance, peso e centragem para pilotos – Dinst, Novembro 1992;

Mass and balance – JAA ATPL Training, Jeppesen Sanderson Inc. 2004.

Dr.Jan Roskam and Dr. Chuan-Tau – **Airplane Aerodynamics and Performance**,1997.

ECMFMT 144-1 – **Materiais de Construção Aeronáutica**, 1999.

Ornelas, Alberto M. S. Coelho – **Tecnologias de Mecânica** – Edições Asa.**Regulamento CE nº42/2003**.

R.Quatremer, J.P. Ttrotignon – Construção Mecânica – 1 Desenho, Concepção e Normalização – Livros Plátano de Formação Profissional.

Soares, Pinto – **Aços, Características / Tratamentos** – 4ª Edição.

Standard Aircraft Handbook.

William f. Smith – **Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais** – Mc Graw Hill, 3ª Edição 1996.

GLOSSÁRIO

SIGLAS E ABREVIATURAS

ENTIDADES EXTERNAS

APCER	- Associação Portuguesa de Certificação
API	- American Petroleum Institute
ASTM	- American Society for Testing and Materials
BAC	- Boeing Aircraft Company
DGERT	- Direcção Geral do Emprego e das Relações de Trabalho
FAP	- Força Aérea Portuguesa
IATA	- International Air Transport Association
IPQ	- Instituto Português da Qualidade
ISO	- International Organization for Standardization
NATO	- North Atlantic Treaty Organization
OGMA	- Oficinas Gerais Material Aeronáutico
TAP	- Transportes Aéreos Portugueses
USAF	- United States Air Force
SKF	- Svenska Kullager Frabrieken

ABREVIATURAS

APU	- Auxiliary Power Unit
ATA	- Air Transport Aviation of America
CBT	- Cartas Básicas de Trabalho
CP	- Controlo de Produção
CPCP	- Programa de Controle e Prevenção de Corrosão
CQ	- Centro de Qualidade
CTAO	- Cartas de Trabalho Adicionais Oriundas
DOE	- Dano por Objecto Estranho
DIN	- Deutsch Industrie Normen
DPP	- Documentação, Planeamento e Programação
EN	- European Standard
ISO	- International Standard Organization
END	- Ensaio Não Destrutivo
EPC	- Equipamento Protecção Colectiva
EPI	- Equipamento Protecção Individual Colectiva
FOD	- Foreigner Object Danger
IVR	- Inspecção Visual Remota
LMA	- Ligação Manutenção Abastecimento
MIG	- Soldadura com Arco e Protecção Gasosa
MIL	- Military Standard
MIL-T	- Military Test
MPI	- Magnetic Particles Inspection
MS	- Military Standard
NA	- Air Force Navy
NAS	- National Aircraft Standard
NDI	- Non Destructive Inspection

NP - Norma Portuguesa

FPI - Fluorescent Particles Inspection

PTFE - Politetrafluoretileno

SAS - Soldadura por Arco Submerso

SEE - Soldadura por Electroescória

SER - Soldadura com Eléctrodos Revestidos

SFF - Soldadura Eléctrica por Arco com Fio Fluxado

TIG - Tungsten Inert Gas

UNC - American Standard Unifield Coarse

UNEF - American Unifield Extra Fine

UNF - American Unifield Fine

LISTA DE PÁGINAS EM VIGOR